

***Boletim de Pesquisa
e Desenvolvimento 1***

ISSN 1678-0884
Setembro, 2002

**Levantamento Pedológico
Semidetalhado (1:25.000) da
Microbacia da Água Três
Unidos, Município de Vera Cruz
(SP)**



República Federativa do Brasil

Fernando Henrique Cardoso
Presidente

Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Marcus Vinicius Pratini de Moraes
Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa

Conselho de Administração

Marcio Fortes de Almeida
Presidente

Alberto Duque Portugal
Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires
Sergio Fausto
Dietrich Gerhard Quast
Urbano Campos Ribeiral
Membros

Diretoria Executiva da Embrapa

Alberto Duque Portugal
Diretor-Presidente

Bonifácio Hideyuki Nakasu
José Roberto Rodrigues Peres
Dante Daniel Giacomelli Scolari
Diretores-Executivos

Embrapa Solos

Doracy Pessoa Ramos
Chefe-Geral

Celso Vainer Manzatto
Chefe-Adjunto de Administração

Paulo Augusto da Eira
Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento



ISSN 1678-0884

Setembro, 2002

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 1

**Levantamento Pedológico
Semidetalhado (1:25.000) da
Microbacia da Água Três
Unidos, Município de Vera Cruz
(SP)**

Maurício Rizzato Coelho
Marcio Rossi
João Roberto Ferreira Menk
Fernando Cesar Bertolani

Rio de Janeiro, RJ
2002

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Solos

Rua Jardim Botânico, 1024 Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ

Fone: (21) 2274.4999

Fax: (21) 2274.5291

Home page: www.cnps.embrapa.br

E-mail (sac): sac@cnps.embrapa.br

Supervisor editorial: Jacqueline Silva Rezende Mattos

Comitê editorial do IAC: Celso Valdevino Pommer
Oliveiro Guerreiro Filho
Cecília Alzira Pinto Maglio
Juarez Antonio Betti
Ricardo Marques Coelho

Revisores científicos: Carlos Roberto Espíndola
José Marques Júnior
Rui Marconi Pfeifer

Revisão de vernáculo: Ana Maria da Silva Oliveira

Tratamento de ilustrações: Deborah Caroline da Silva Vieira

Editoração eletrônica: Deborah Caroline da Silva Vieira

1ª edição

1ª impressão (ano): 300 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Levantamento pedológico semidetalhado (1:25.000) da microbacia da Água Três Unidos, município de Vera Cruz (SP)/ Maurício Rizzato Coelho... [et al.]. - Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2002.

1 cd rom. - (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; n. 1)

ISSN 1678-0884

1. Levantamento pedológico-Brasil-São Paulo-Vera Cruz. 2. Levantamento pedológico-Microbacia Agua Três Unidos. 3. Química de solo. I. Coelho, Maurício Rizzato. II. Rossi, Marcio. III. Menk, João Roberto Ferreira. IV. Bertolani, Fernando Cesar. V. Embrapa Solos (Rio de Janeiro). VII. Série.

CDD (21.ed.) 631.4781

© Embrapa 2002

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Pesquisador Científico Ricardo Marques Coelho pelas valiosas sugestões na elaboração do texto e auxílio na identificação dos minerais da fração argila desferrificada; ao auxiliar técnico José da Silva Pinto pela colaboração nos trabalhos de campo, preparo das amostras e realização de análises laboratoriais (granulométrica, química e mineralógica da argila); à auxiliar técnica Renata Cristina Girdelli Schiavianatto pela realização das análises químicas.

Sumário

Resumo.....	7
Abstract.....	9
Introdução.....	11
Material e Métodos.....	12
Caracterização do meio físico.....	12
Localização geográfica.....	12
Geologia, material de origem, relevo e solos.....	13
Vegetação primitiva e uso atual.....	14
Clima.....	14
Bases cartográficas.....	16
Trabalho de escritório: compartimentação preliminar das unidades fisiográficas.....	16
Fotointerpretação preliminar.....	16
Definição de legenda preliminar.....	16
Trabalho de campo.....	17
Procedimentos de laboratório.....	18
Análise granulométrica.....	18
Análises químicas.....	18
Análises mineralógicas.....	19
Atributos diagnósticos.....	20
Elaboração do mapa final de solos	21

Resultados e Discussão.....	22
Descrição geral dos solos.....	22
Associação de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO e LATOS- SOLO VERMELHO-ESCURO ambos ÁLICOS ou DISTRÓFICOS A moderado ou fraco textura média (Unidade LVa).....	28
LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO ÁLICO A moderado ou fraco textura média (Unidade LEa).....	40
PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO LATOSSÓLICO ÁLICO ou DISTRÓFICO A moderado ou fraco textura arenosa/média (Unidade PVLa1)	48
Associação de PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO e PODZÓLICO VERMELHO-ESCURO ambos LATOSSÓLICOS ÁLICOS ou DISTRÓFICOS A moderado ou fraco textura arenosa/média (Unidade PVLa2).....	57
PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO ABRUPTO ÁLICO ou DISTRÓFICO Tb A moderado ou fraco textura arenosa/média (Unidade PVaba).....	62
PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO ABRUPTO EUTRÓFICO Tb A moderado ou fraco textura arenosa/média (Unidade PVabe).....	72
Complexo de GLEISSOLO e SOLO ALUVIAL ambos EUTRÓFICOS Ta A moderado ou chernozêmico textura indiscriminada (Unidade G).....	83
Associação de SOLO LITÓLICO e REGOSSOLO ambos EUTRÓFICOS A chernozêmico ou moderado textura arenosa ou média e AFLORAMENTO DE ROCHA(Unidade R1).....	90
Associação de SOLO LITÓLICO e REGOSSOLO ambos A chernozêmico ou moderado textura arenosa ou média e PODZÓLICO VERMELHO- AMARELO ABRUPTO Ta ou Tb raso A moderado textura arenosa/média todos EUTRÓFICOS (Unidade R2).....	106
Conclusões.....	116
Referências Bibliográficas	117
Anexo - MAPA DE SOLOS DA MICROBACIA DA ÁGUA TRÊS UNIDOS - MUNICÍPIO DE VERA CRUZ (SP)	

Levantamento Pedológico Semidetalhado (1:25.000) da Microbacia da Água Três Unidos, Município de Vera Cruz (SP)¹

Maurício Rizzato Coelho²

Marcio Rossi³

João Roberto Ferreira Menk³

Fernando Cesar Bertolani⁴

Resumo

Este trabalho é um relato dos solos identificados no levantamento pedológico semidetalhado da microbacia da Água Três Unidos. Abrangendo aproximadamente 1.624 hectares, a microbacia situa-se no município de Vera Cruz, localizada a oeste do Estado de São Paulo, entre as coordenadas geográficas 22°13' e 22°17' de latitude sul e 49°49' e 49°52' de longitude oeste. Está inserida no compartimento geomorfológico do Planalto Ocidental Paulista e, geologicamente, é caracterizada pelos arenitos cretácicos do Grupo Bauru, Formações Marília e Adamantina. O relevo varia de plano, nos topos e planícies aluviais, a montanhoso e escarpado, nas escarpas areníticas, predominando os relevos suave ondulado sob domínio dos solos latossolizados e ondulado nas áreas de ocorrência dos Podzólicos abruptos. O tipo climático predominante é Cwa, segundo a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 21,4 °C e pluviosidade média anual próxima a 1.500 mm. A cultura do café está entre as de maior importância nos relevos plano e suave ondulado sob domínio dos solos latossolizados, enquanto as pastagens estendem-se em grandes áreas dominadas

¹ Trabalho desenvolvido com o apoio da FAPESP; projeto temático intitulado "Educação ambiental via representações sociais e acadêmicas do meio", registrado sob o n.º 96/4481-6. Apresentado no XXVIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Londrina, PR. Recebido para publicação em 15 de agosto de 2000, aprovado em 18 de maio de 2001.

² Pesquisador Embrapa Solos, M.Sc., Rua Jardim Botânico, 1024. CEP. 22460-000, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ; mrcoelho@cnps.embrapa.br.

³ Pesquisadores Científicos do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Solos e Recursos Agroambientais, Instituto Agronômico (IAC), Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA).

⁴ Professor de Agronomia da Faculdade Manuel Carlos Gonçalves, Espírito Santo do Pinhal, SP.

com os Podzólicos abruptos eutróficos e álicos. Foram identificadas e cartografadas 9 unidades de solos na microbacia da Água Três Unidos, as quais apresentam uma estreita relação com o relevo. Assim, duas toposseqüências são predominantes na região. A primeira, caracteriza-se pela presença dos Latossolos Vermelho-Amarelos ou Vermelho-Escuros álicos ou distróficos nos topos aplainados, transicionando-se para os Podzólicos abruptos e Podzólicos latossólicos com o aumento da declividade, nas posições de ombro e terço superior das vertentes. Enquanto os abruptos podem ser álicos, distróficos e, predominantemente eutróficos, os Podzólicos latossólicos são essencialmente álicos ou distróficos, de textura binária arenosa/média, mais friáveis e de menor gradiente textural em relação aos Podzólicos abruptos. Sucedendo aos solos com B textural na toposseqüência, são encontrados solos poucos desenvolvidos (Solos Litólicos, Regossolos e Podzólicos abruptos rasos) nas proximidades das escarpas areníticas em relevo, predominantemente, ondulado e forte ondulado. Abaixo da escarpa, os Podzólicos abruptos são dominantes, predominantemente eutróficos, de textura binária arenosa/média e com características semelhantes àqueles localizados a montante da mesma, enquanto nas planícies aluviais predominam os solos hidromórficos (Gleissolos) e os aluviais em menores proporções. A segunda toposseqüência difere da anterior pela predominância dos Podzólicos Vermelho-Amarelos latossólicos nos topos, geralmente, mais estreitos e declivosos em relação aos locais de ocorrência de Latossolos.

Termos para indexação: relação solo-paisagem, morfologia, química de solo, mineralogia de solo, solos erodíveis, solo do Planalto Ocidental.

Semidetailed Soil Survey of the “Três Unidos” Watershed in Vera Cruz (SP)

Abstract

This paper describes the soils identified in the semidetailed soil survey of the “Três Unidos” watershed. This watershed has 1,624 ha and is located at the “Vera Cruz” county in the west of the São Paulo State, with the following geographical coordinates: from 22°13’ to 22°17’S and from 49°49’ to 49°52’WG. The geological material is made up of sandstone from the “Bauru” Group of the “Marília” and “Adamantina” Formations, and is within the geomorphologic province of the Occidental Plateau. The relief ranges from nearly level in the higher parts and alluvial plains to hilly and steep in the sandstone escarpments. On the dominant gentle relief occurs latosols and on the undulated relief occurs abruptic podzolic soils. The climate is Cwa with annual mean temperature of 21.4 °C and total annual rainfall of 1,500 mm. The coffee crop occurs mainly on the area of latosols with gentle relief, whereas the pasture occurs on the area of allic and dystrophic abruptic podzolic soils. The nine soil mapping units of the “Três Unidos” watershed show close association with the relief. Two soil toposequences are typical in the watershed. The first one is represented by allic and dystrophic red yellow or dark yellow latosols in the upper part with nearly level and gentle relief, changing to abruptic podzolic and latosolic podzolic soils in the shoulder and backslope. The latosolic podzolic soils are allic or dystrophic, sandy over loamy, more friable in the major B horizon and have a lower clay ratio from A to B horizons than the abruptic podzolic soils. The latter mentioned soils are usually eutrophic and sometimes allic and dystrophic. The shallower soils (litholic soil, regosol, and shallow abruptic podzolic soils) occur near the escarpment in

undulated and strong undulated relief. The loamy eutrophic abruptic podzolic soils occur below the escarpment in the footslope. These soils are similar to the podzolic soils located above and near the escarpment. Hydromorphic (Gley) and alluvial soils occur in the alluvial plains. The second toposequence differs from the first one by the predominance of the red yellow latosolic podzolic soil in the upper part, in a narrower and steeper strip of landform than the latosols.

Index terms: soil-landscape relationship, soil morphology, soil chemistry, soil mineralogy, erodible soils.

Introdução

O principal objetivo e utilização dos levantamentos de solos tem sido a interpretação para uso agrícola, pois eles fornecem importantes subsídios que permitem a melhor decisão sobre a utilização do solo de maneira racional e eficiente. Mediante os dados constantes nos levantamentos, pode-se fazer recomendações sobre o comportamento dos solos, permitindo, por exemplo, previsões sobre o melhor manejo, quais as culturas serão mais bem adaptadas e qual a produtividade esperada para cada classe de solo sob determinadas condições climáticas. O levantamento de solos deveria ser, portanto, parte integrante de todo projeto de pesquisa agropecuária ou de planejamento de propriedade (Fasolo, 1996). Com base nessas premissas, desenvolveu-se o presente trabalho, possibilitando maior densidade de pontos em relação ao encontrado nos mapas pedológicos já existentes na região e, conseqüentemente, maior homogeneidade de cada unidade de mapeamento, necessária às recomendações ou previsões pormenorizadas e comuns ao manejo integrado de solos e ao planejamento agrícola em microbacias hidrográficas. Como objetivos específicos, o levantamento pedológico detalhado na microbacia da Água Três Unidos possibilita a obtenção de informações mais precisas sobre o recurso solo, incluindo as características físicas, químicas, morfológicas e mineralógicas das principais classes de solos, sua distribuição dentro da microbacia hidrográfica e sua classificação, segundo o sistema vigente.

O presente trabalho foi parte integrante do projeto temático intitulado “Educação ambiental via representações sociais e acadêmicas do meio”, financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), constituindo também, mais uma etapa do programa de levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo, esta em parceria com a Embrapa Solos. Atualmente, tal programa encontra-se em execução pelo Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Solos e Recursos Agroambientais do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo (IAC).

Material e Métodos

Caracterização do meio físico

Localização geográfica

A microbacia da Água Três Unidos está circunscrita entre as coordenadas geográficas 22°13' e 22°17' (coordenadas UTM de 617 a 622 km) de latitude sul e 49°49' e 49°52' de longitude oeste (coordenadas UTM de 7.537 a 7.544 km), correspondendo a uma superfície de 1.624,15 hectares. Situa-se no município de Vera Cruz no oeste do Estado de São Paulo (Figura 1), o qual está inserido na província geomorfológica do Planalto Ocidental Paulista e na unidade morfoescultural denominada Planalto Residual de Marília (Ross & Moroz, 1997).

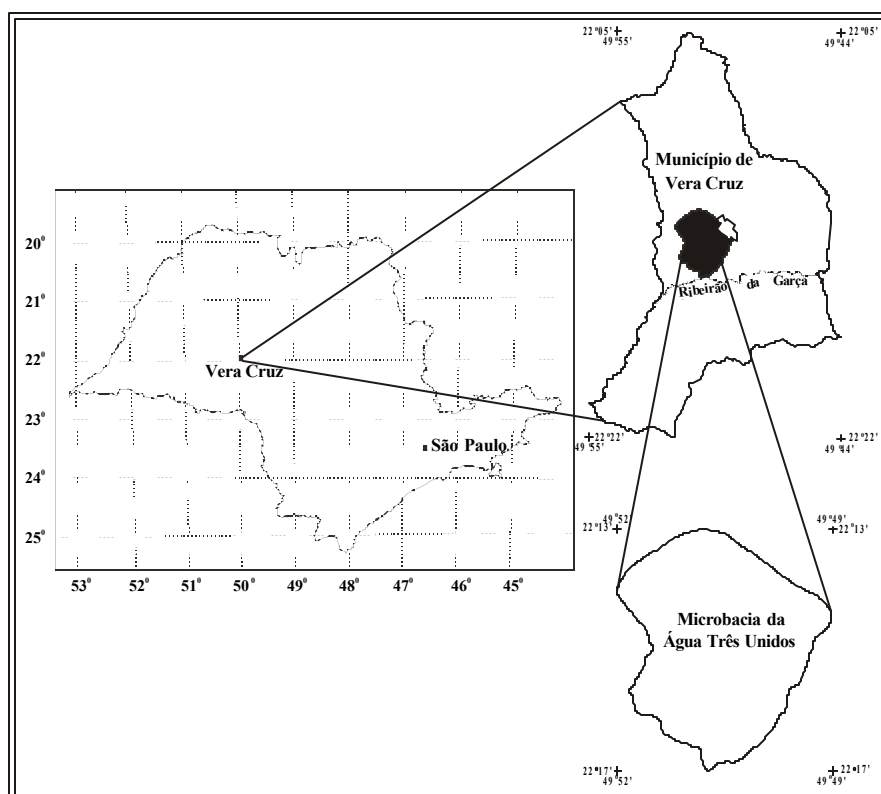


Fig. 1. Representação esquemática: localização da microbacia da Água Três Unidos no Estado de São Paulo e no município de Vera Cruz.

Geologia, material de origem, relevo e solos

A microbacia da Água Três Unidos está assentada sobre os arenitos cretácicos do Grupo Bauru, os quais agrupam duas formações geológicas na área estudada: Marília e Adamantina. A Formação Marília, membro mais recente do Grupo Bauru, é representada por um pacote sedimentar que ocupa áreas de platôs elevados na paisagem e também está associada às escarpas; constitui-se por arenitos de granulação fina a grossa com presença de nódulos carbonáticos. A Formação Adamantina ocorre apenas em alguns pontos localizados nas calhas dos rios; constitui-se por arenitos de granulação fina a muito fina, podendo apresentar cimentação ou nódulos carbonáticos, com lentes de siltitos arenosos e argilitos. Ambas as Formações podem apresentar teores significativos de cimento calcário, influenciando significativamente os atributos físicos, químicos e mineralógicos dos solos (Instituto..., 1981).

Na área estudada, ocorrem dois compartimentos geomórficos bem definidos: um superior, correspondendo ao platô, e outro inferior, representado pelas baixas colinas do Vale do Rio do Peixe que ocorre aproximadamente a 100 metros abaixo da escarpa (Queiroz Neto & Journaux, 1978).

Salomão (1994), em estudo mais recente e detalhado dos solos predominantes desenvolvidos do arenitos cretácicos do Grupo Bauru, sintetiza as relações solo-relevo-substrato geológico para essa região, salientando a homogeneidade da mesma quanto aos elementos do meio físico analisados. Os compartimentos morfopedológicos observados pelo autor foram os seguintes:

- Colinas amplas com predomínio de Latossolos Vermelho-Escuros de textura média;
- colinas médias com predomínio de Podzólicos Vermelho-Amarelos abruptos textura arenosa/média;
- morrotes alongados e colinas médias com predomínio de Podzólicos Vermelho-Amarelos abruptos textura arenosa/média e solos rasos (Litólicos);
- morrotes alongados e escarpas com predomínio de Podzólicos Vermelho-Amarelos abruptos textura arenosa/média, solos rasos (Litólicos) e afloramento de rocha.

A área situa-se na mais extensa unidade morfoescultural do Estado de São Paulo: o Planalto Ocidental Paulista. Segundo Ross & Moroz (1997), esse planalto apresenta variações fisionômicas regionais que possibilitam a identificação de unidades geomorfológicas distintas. Assim, a unidade denominada Planalto Residual de Marília é representativa da região; nela predominam formas de relevo denudacionais, cujo modelado constitui-se, basicamente, por colinas com topos aplanados convexos e tabulares. Os autores acrescentam que essa unidade apresenta formas de dissecção média, com vales entalhados, densidade de drenagem média a alta, com altimetrias predominantes que variam entre 500 e 600 m e declividades entre 10 e 20%.

Vegetação primitiva e uso atual

Castro (1989), estudando paisagens semelhantes nas proximidades do município de Marília, afirma que a região foi desmatada há mais de 80 anos e, até então, predominava a Floresta Latifoliada Tropical com espécies arbóreas como cedro, peroba, pau d'alho, palmito, etc. No entanto, a vegetação primitiva encontra-se muito restrita na área, localizada principalmente nas vertentes escarpadas, cuja utilização para atividades agropecuárias torna-se inviável devido às declividades acentuadas (Kronka et al., 1993).

Atualmente, a maior parte da área está ocupada com pastagens, seguida pelos cafezais. A região apresenta uma relação bastante estreita entre o relevo e a ocupação das terras; as áreas com maior declividade são ocupadas com pastagens, enquanto as de relevo plano e suave ondulado, localizadas em altitudes mais elevadas, são destinadas ao cultivo de café e, em menores proporções, às culturas anuais, tais como milho e feijão, e à fruticultura (maracujá e melancia).

Nas partes úmidas, representadas pelas planícies aluviais mal drenadas, predomina a vegetação de campos higrófilos, enquanto nas áreas mais bem drenadas dessas planícies, nota-se a presença de matas ciliares, porém bastante descontínuas e em faixas estreitas próximas aos principais córregos.

Clima

O clima da região é mesotérmico de inverno seco (Cwa, segundo classificação de Köppen), com temperatura média anual de 21,4 °C e pluviosidade média anual de 1.495 mm, segundo dados do Centro de Ecofisiologia e Biofísica, do Instituto Agrônomo (IAC) obtidos para os municípios de Marília e Garça, próximos à área estudada.

Tabela 1. Temperatura média e precipitação pluvial mensais registradas em duas localidades (Marília, 22°13'S – 49°56'W e Garça, 22°12'S – 49°39'W) durante o período de 1962 a 1992.

Mês	Marília		Garça	
	Temperatura	Precipitação	Temperatura	Precipitação
	°C	mm	°C	mm
Janeiro	24,0	239	23,9	249
Fevereiro	24,1	226	24,0	202
Março	23,6	129	23,5	151
Abril	21,5	76	21,4	74
Maio	19,2	82	19,2	76
Junho	18,0	55	17,9	60
Julho	17,8	38	17,8	39
Agosto	19,6	37	19,6	39
Setembro	21,2	81	21,1	75
Outubro	22,2	156	22,2	141
Novembro	22,8	146	22,7	140
Dezembro	23,3	249	23,3	229
Ano	21,4	1.514	21,4	1.475

Fonte: Centro de Ecofisiologia e Biofísica (IAC).

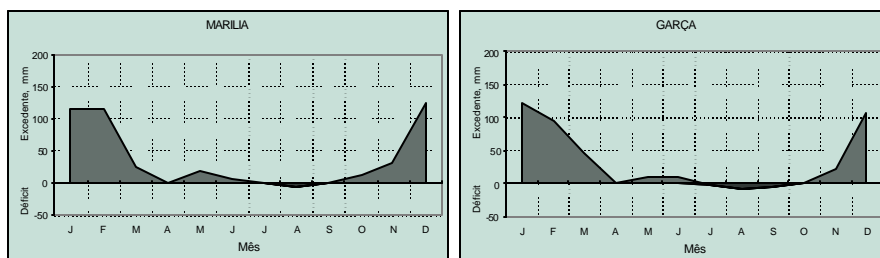


Fig. 2. Balanço hídrico anual segundo o método de Thornthwaite & Mather (1955), referente ao período de 1962 a 1991 para os municípios de Marília e Garça. Fonte: Centro de Ecofisiologia e Biofísica (IAC).

Bases cartográficas

O presente trabalho foi elaborado a partir da utilização e interpretação conjugada dos seguintes materiais: carta 1:25.000 ampliada da Folha Topográfica de Marília publicada na escala 1:50.000 e fotografias aéreas pancromáticas na escala aproximada de 1:25.000, datadas de 1962.

Trabalho de escritório: compartimentação preliminar das unidades fisiográficas

Fotointerpretação preliminar

Após levantamento bibliográfico referente ao meio físico da região estudada, procedeu-se aos estudos de fotointerpretação preliminar a partir de fotografias aéreas. Esta etapa baseou-se em critérios fisiográficos (relevo, vegetação e rede de drenagem) para o estabelecimento das unidades de mapeamento (Buringh, 1960) juntamente com a análise dos elementos observáveis nas imagens, tais como cor, textura, tonalidade, forma, dimensão e convergência de evidências, os quais foram confirmados com os mapas preexistentes e posterior verificação e análise de campo, como proposto por Lueder (1959) e Spurr (1960) para utilização de fotografias aéreas em mapeamentos.

Definição de legenda preliminar

Com a execução da fotointerpretação preliminar, procedeu-se ao estabelecimento de uma legenda, também preliminar, com base nos dados obtidos com o trabalho inicial de campo, visando ao reconhecimento da área, bem como na legenda de levantamentos pedológicos já realizados no local (Centro..., 1960; Coelho et al., 2000; Rossi et al., 2000) e na análise fisiográfica e dos elementos observáveis nas imagens, os quais permitiram maior detalhamento em relação aos mapas preexistentes. Essas análises possibilitaram a associação das unidades fisiográficas às classes de solos predominantes em cada unidade. Com essas informações, estabeleceu-se um roteiro de incursões à área, que foi delineado no mapa obtido com a fotointerpretação preliminar, procurando-se abranger todas as unidades fisiográficas possíveis.

Essa etapa preestabeleceu a trajetória a ser seguida nos trabalhos de campo, assim como a posição aproximada de identificação dos solos e coleta de amostras no campo. Durante a prospecção sistemática, fizeram-se ajustes, correções e adições necessárias na legenda preliminar.

Trabalho de campo

Nesta etapa, adotou-se o sistema de caminhamento ao longo das estradas e alguns transectos representativos, seguindo o roteiro preestabelecido no escritório e, utilizando-se como base, o mapa provisório de solos obtido com a fotointerpretação preliminar. O exame dos solos, a identificação e a coleta de amostras foram realizados mediante tradagens e/ou observações em barrancos.

Em cada local, geralmente, coletaram-se duas amostras: uma superficial e outra subsuperficial em função das peculiaridades morfológicas de cada classe de solo, tendo em vista sua melhor caracterização e identificação. No entanto, de acordo com a seqüência de horizontes observados ou para dirimir dúvidas referentes à classificação dos solos, foram realizadas coletas a profundidades intermediárias (0,20-0,40 e 0,40-0,60 m), ou abaixo de 100 cm a partir da superfície do solo, quando o horizonte diagnóstico de subsuperfície ocorria além dessa profundidade. Após a coleta, as amostras foram enviadas para o laboratório a fim de se realizarem as análises físicas, químicas e mineralógicas.

A densidade de observações foi variável em função da heterogeneidade e/ou dimensão de cada unidade fisiográfica, bem como da escala do trabalho adotada. Nos pontos de coleta, foram anotados alguns atributos morfológicos do solo, sendo observadas e coletadas amostras em 80 pontos por toda a microbacia. Com isso, obteve-se uma densidade de 1 ponto a cada 20,3 hectares, compatível com levantamentos pedológicos na escala de semidetalhe e com a escala de publicação do mapa (1:25.000), conforme sugestões da EMBRAPA (1989), considerando-se a homogeneidade da área e o objetivo do presente trabalho que é o de aprimorar as informações de solos já existentes na região. Desse total, foram coletadas aproximadamente 150 amostras destinadas às análises laboratoriais.

Todos os pontos foram georreferenciados com a utilização de um equipamento GPS com precisão aproximada de 30 metros. Alguns locais foram selecionados para a descrição completa de perfis de solos, seguindo recomendações de Lemos & Santos (1996) e coletadas amostras deformadas para caracterização granulométrica, química e mineralógica das unidades pedológicas de maior expressão. No entanto, a maioria dos locais de coleta dos perfis utilizados neste trabalho não correspondem às áreas sob domínio da microbacia da Água Três Unidos, e sim, a outras áreas mapeadas no levantamento pedológico semidetalhado da Folha de Marília (Bertolani et al., 2000), bem como no levantamento detalhado da microbacia de "Água F"⁵, local próximo a área

⁵ Trabalho não publicado. Levantamento realizado pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). Autores: PRADO, H.; MENK, J.R.F.; TREMOCOLDI, W.A.; LUCARELLI, J.R.F.

estudada. A homogeneidade da região e o conhecimento da área pelos pedólogos que executaram tal trabalho, possibilita que os perfis de áreas próximas e vizinhas sejam utilizados como representativos da área estudada.

Para identificação e classificação dos solos em campo utilizaram-se os critérios estabelecidos por Camargo et al. (1987) e Oliveira et al. (1992).

Procedimentos de laboratório

As análises granulométricas, químicas e mineralógicas foram realizadas nos laboratórios do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Solos e Recursos Agroambientais do Instituto Agronômico, em Campinas, seguindo-se as indicações metodológicas proposta por Camargo et al. (1986).

Análise granulométrica

Utilizou-se o método da pipeta em material disperso com hexametáfosfato de sódio e hidróxido de sódio, obtendo-se os valores de silte por diferença e empregando-se a escala textural de Atteberg parcialmente modificada:

2 - 0,2 mm.....areia grossa;

0,2 - 0,05 mm.....areia fina;

0,05 - 0,002 mm.....silte;

< 0,002 mm.....argila.

Análises químicas

pH em água e em solução de cloreto de potássio 1 mol/L: utilizou-se a determinação potenciométrica após agitação seguida por três horas de repouso; relação solo-líquido 1:2,5.

Carbono orgânico: procedeu-se à oxidação da matéria orgânica com solução de bicromato de potássio 1 mol/L, em meio ácido e titulação do excesso de bicromato com solução de sulfato ferroso amoniacal 0,5 mol/L, usando difenilamina como indicador.

Bases trocáveis: extração por agitação de 5 g de terra fina seca ao ar (T.F.S.A.) com 100 mL de HNO_3 a 0,05 mol/L. O cálcio e magnésio foram determinados no extrato por espectrofotometria de absorção atômica, utilizando-se solução de óxido de lantânio a 2 g/L a fim de eliminar a interferência dos elementos fósforo e alumínio. O potássio e sódio foram determinados por fotometria de chama.

Acidez titulável (H + Al): extração por agitação de 5 g de T.F.S.A. com 100 mL de acetato de cálcio 0,5 mol/L a pH 7 e titulação com NaOH 0,1 mol/L, empregando-se fenolftaleína como indicador.

Alumínio trocável (Al): extração por agitação de 5 g de T.F.S.A. com 100 mL de KCl 1 mol/L e titulação com NaOH 1 mol/L, empregando-se fenolftaleína como indicador.

Atributos calculados:

Soma de bases: $S = \text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na}$;

Saturação por alumínio (%): $m = 100 \times \text{Al} / (S + \text{Al})$;

Capacidade de troca de cátions: $\text{CTC} = S + \text{H} + \text{Al}$;

Capacidade de troca de cátions da fração argila após o desconto da contribuição da Matéria orgânica: $\{[\text{CTC} - (4,5 \times \text{C})] \times 100\} / \% \text{ de argila}$;

Saturação por bases (%): $V = 100 \times S / \text{CTC}$.

Análises mineralógicas

Mineralogia da fração argila desferrificada

Todo preparo e tratamento das amostras para a identificação da composição da fração argila desferrificada foram feitos segundo as recomendações de Jackson (1969). Os difratogramas de raios X foram obtidos em aparelho Philips modelo PW 1010, equipado com tubo ânodo de cobre com filtro de níquel e com a unidade de força operando com 36 KV e 20 mA. A irradiação para os diferentes tratamentos foi de 2° a $30^\circ 2\theta$, sendo os minerais identificados segundo Brown (1961).

Mineralogia óptica da fração areia

A fração areia (2,0-0,053 mm), obtida inicialmente do fracionamento das partículas do solo, foi passada sequencialmente em seis peneiras: n.º 10 (2,00 mm), n.º 18 (1,00 mm), n.º 35 (0,5 mm), n.º 60 (0,25 mm), n.º 140 (0,105 mm) e n.º 270 (0,053 mm). As peneiras foram agitadas aproximadamente a

360 rpm durante 3 minutos e as frações coletadas em cada peneira foram pesadas e, posteriormente, selecionada a subfração mais abundante para caracterização óptica, a qual foi tratada com ditionito-bicarbonato de sódio (DCB) a fim de eliminar os revestimentos de óxidos de ferro, usando, para isso, o método preconizado por Jackson et al. (1986). Com uma microespátula, pequenos conteúdos da subfração areia selecionada foram distribuídos em uma lâmina de vidro para microscopia e, em seguida, adicionadas algumas gotas de óleo de imersão com índice de refração 1,544. Todo o material imerso no óleo foi protegido por uma lamínula, a fim de se analisar as lâminas em microscópio petrográfico, dotado de sistema polarizador.

A identificação dos minerais foi realizada com base nos trabalhos de Cady et al. (1986) e Nesse (1991), identificando-se um número mínimo de 300 grãos por lâmina.

Atributos diagnósticos

Alguns atributos diagnósticos foram utilizados neste trabalho e, para sua melhor compreensão, serão conceituados abaixo, seguindo os critérios estabelecidos por EMBRAPA (1988):

Caráter eutrófico e distrófico: refere-se à proporção de cátions básicos trocáveis em relação à CTC determinada a pH 7. Distrófico especifica os solos com saturação por bases inferior a 50%; eutrófico, os solos com saturação por bases igual ou superior a 50%, ambos avaliados no horizonte B (ou no horizonte C quando inexiste o B), ou ainda, no horizonte superficial dos Solos Litólicos e alguns Regossolos;

Caráter epieutrófico: indica que os solos distróficos ou álicos são superficialmente eutróficos;

Caráter epidistrófico: indica que solos eutróficos ou álicos são superficialmente distróficos;

Caráter álico: especifica saturação por alumínio igual ou superior a 50%, avaliada no horizonte B (ou no horizonte C quando inexiste o B), ou ainda, no horizonte superficial dos Solos Litólicos e alguns Regossolos;

Caráter epiálico: indica que solos distróficos ou eutróficos são superficialmente álicos;

Caráter abrupto ou mudança textural abrupta: consiste em considerável aumento no conteúdo de argila em pequena distância na zona de transição entre os horizontes A ou E e o horizonte subjacente B. Quando o horizonte A ou E tiver menos que 20% de argila, o conteúdo de argila do horizonte B subjacente, determinado em uma distância vertical $\leq 7,5$ cm, deve ter pelo menos o dobro do conteúdo do horizonte A ou E. Para valores de argila superiores a 20% naqueles horizontes, o incremento de argila no horizonte subjacente B, determinado na mesma distância vertical $\leq 7,5$ cm, deve ser pelo menos de 20% a mais em valor absoluto na fração terra fina; o conteúdo de argila em alguma parte do horizonte B deve ser, pelo menos, o dobro daquele do horizonte A ou E sobrejacente;

Contato lítico: constitui o limite entre o solo e material coeso subjacente. O material subjacente tem que ser contínuo na extensão de alguns metros de superfície horizontal, excetuadas fendas produzidas *in situ*, não resultando em deslocamento significativo do material entre as fendas que devem ser poucas e distanciadas horizontalmente de 10 cm ou mais. Mesmo quando úmido, a coesão deste material subjacente torna impraticável sua escavação manual com a pá, embora possa ser fragmentado ou raspado;

Argila de atividade alta (Ta) e de atividade baixa (Tb): atividade das argilas refere-se à capacidade de troca de cátions (CTC) da fração mineral. Atividade alta designa valor igual ou superior a $24 \text{ cmol}_c/\text{kg}$ de argila e atividade baixa, valor inferior a esse, após correção referente ao carbono, empregando-se o valor médio universal de $4,5 \text{ cmol}_c/\text{kg}$ de CTC por 1 % de carbono.

Elaboração do mapa final de solos

Os pontos observados em campo, georreferenciados e identificados taxonomicamente, foram transferidos para o mapa preliminarmente fotointerpretado. Procedeu-se ao ajuste das unidades de mapeamento com uma nova fotointerpretação, procurando-se redefinir as novas unidades criadas, bem como melhorar os limites dos delineamentos a fim de torná-los mais precisos. A designação das unidades de mapeamento aqui utilizadas deriva da conotação dos nomes das classes de solos que as identificam, e não correspondem às legendas dos trabalhos pedológicos preexistentes na área, a partir dos quais foi estabelecida a legenda preliminar. Isso ocorre devido ao maior detalhamento do presente trabalho, favorecendo a criação de novas unidades de delineamento com diferentes classes de solos em relação aos mapas pedológicos preexistentes e utilizados como referência.

As anotações de campo e os dados de laboratório foram armazenados e manipulados em banco de dados do Centro de Pesquisa de Desenvolvimento de Solos e Recursos Agroambientais - Pedologia, do Instituto Agronômico, em Campinas (Menk, 1984). Com isso, efetuou-se a análise dos dados pedológicos obtidos em cada folha topográfica, comparando-se as informações de campo, escritório e laboratório, possibilitando, assim, a caracterização física, química e identificação taxonômica de cada ponto coletado e identificado no campo, a fim de auxiliar no estabelecimento das unidades de mapeamento.

Com base nas informações gerais, na interpretação preliminar e final das imagens, na descrição, identificação e classificação dos solos, no arranjo espacial dos diferentes solos e na avaliação dos dados analíticos, delimitaram-se as unidades de mapeamento na carta 1:25.000 ampliada da folha topográfica do IBGE, escala 1:50.000. O mapa pedológico, assim obtido, foi digitalizado em sistema de informação geográfica e apresentado na escala 1:25.000.

As unidades de mapeamento do presente trabalho são constituídas por vários delineamentos (ou manchas de solo) de diversas formas e diferentes tamanhos. Dois tipos de unidades de mapeamento foram estabelecidos: unidades simples, nas quais ocorre uma única classe de solo; e unidades compostas, nas quais ocorrem, no mínimo, duas e, no máximo, três classes ou componentes, correspondendo às associações ou complexos de solos.

Resultados e Discussão

Descrição geral dos solos

No levantamento pedológico semidetalhado da microbacia da Água Três Unidos identificou-se 9 unidades de mapeamento, cujos símbolos e classificação seguem os adotados por Camargo et al. (1987) e Oliveira et al. (1992) (Tabela 2). É apresentado, também, a correspondência das classes de solos aqui identificados com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), recentemente publicado pela Embrapa Solos. Adotou-se esse procedimento pois o presente trabalho encontrava-se na etapa final de elaboração quando publicou-se o referido sistema.

Tabela 2. Legenda de identificação das unidades de mapeamento e classificação dos solos da microbacia da Água Três Unidos, bem como sua correspondência com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999).

Símbolo no mapa	Classificação segundo Camargo et al. (1987) e Oliveira et al. (1992)	Classificação segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999)
LVa	Associação de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO e LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO ambos ÁLICOS ou DISTRÓFICOS A moderado ou fraco textura média	Associação de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO e LATOSSOLO VERMELHO ambos Distróficos típicos, textura média, A moderado ou fraco, álicos ou não
LEa	LATOSSOLO VERMELHO ESCURO ÁLICO A moderado ou fraco textura média	Associação de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO e LATOSSOLO VERMELHO ambos Distróficos típicos, textura média, A moderado ou fraco, álicos
PVLa1	PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO LATOSSÓLICO ÁLICO ou DISTRÓFICO A moderado ou fraco textura arenosa/média	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico latossólico, textura arenosa/média, A moderado ou fraco, álico ou não
PVLa2	Associação de PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO e PODZÓLICO VERMELHO-ESCURO ambos LATOSSÓLICOS ÁLICOS ou DISTRÓFICOS A moderado ou fraco textura arenosa/média	Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO e ARGISSOLO VERMELHO ambos Distróficos latossólicos, textura arenosa/média, A moderado ou fraco, álicos ou não
PVaba	PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO ABRUPTO ÁLICO ou DISTRÓFICO Tb A moderado ou fraco textura arenosa/média	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico arênico ou não arênico ou espessoarênico ou não espessoarênico abrupto, textura arenosa/média, A moderado ou fraco, álico ou não
PVabe	PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO ABRUPTO EUTRÓFICO Tb A moderado ou fraco textura arenosa/média	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico arênico ou não arênico ou espessoarênico ou não espessoarênico abrupto, textura arenosa/média, A moderado ou fraco
G	Complexo de GLEISSOLO e SOLO ALUVIAL ambos EUTRÓFICOS Ta A moderado ou chernozêmico textura indiscriminada	Complexo de GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico, textura indiscriminada, A moderado ou chernozêmico e NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico típico, textura indiscriminada, A moderado ou chernozêmico
R1	Associação de SOLO LITÓLICO e REGOSSOLO ambos EUTRÓFICOS A chernozêmico ou moderado textura arenosa ou média e AFLORAMENTO DE ROCHA	Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Psamítico típico A chernozêmico ou moderado e NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico chernossólico, textura média ou Eutrófico típico, textura média, A moderado e NEOSSOLO REGOLÍTICO Psamítico léptico ou típico e NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico léptico ou típico textura média, ambos A chernozêmico ou moderado e AFLORAMENTO DE ROCHA
R2	Associação de SOLO LITÓLICO e REGOSSOLO ambos A chernozêmico ou moderado textura arenosa ou média e PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO ABRUPTO Ta ou Tb raso A moderado textura arenosa/média todos EUTRÓFICOS	Associação de NEOSSOLO LITÓLICO Psamítico típico, A chernozêmico ou moderado e NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico chernossólico, textura média ou Eutrófico típico, textura média, A moderado e NEOSSOLO REGOLÍTICO Psamítico léptico ou típico e NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico léptico ou típico, textura média, ambos A chernozêmico ou moderado e LUVISSOLO CRÔMICO Pálico arênico ou abrupto raso e LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico abrupto raso, ambos textura arenosa/média, A moderado e ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abrupto léptico ou abrupto raso, textura arenosa/média, A moderado.

A microbacia da Água Três Unidos apresenta uma estreita relação do solo com o relevo. Assim, duas toposseqüências são predominantes na região: a primeira caracteriza-se pela presença de solos com horizonte B latossólico nos topos aplainados e mais extensos (colinas amplas e topos de colinas médias), transicionando-se para aqueles com horizonte B textural com a ruptura do relevo e aumento da declividade. Enquanto os primeiros são predominantemente álicos ou distróficos, os com horizonte B textural variam de eutróficos a álicos ou distróficos, abrangendo três classes de solos: os Podzólicos Vermelho-Amarelos abruptos e os Podzólicos Vermelho-Amarelos e Vermelho-Escuros latossólicos. Esses solos intermediários entre Podzólicos e Latossolos são essencialmente álicos ou distróficos, de textura binária arenosa/média, mais friáveis e de menor gradiente textural em relação aos Podzólicos abruptos. À medida que se caminha para o talvegue na toposseqüência, os Podzólicos abruptos sucedem aos Podzólicos latossólicos, quando presentes. Nas posições escarpadas das vertentes são encontrados solos poucos desenvolvidos (Solos Litólicos, Regossolos e Podzólicos abruptos rasos). Abaixo da escarpa, os Podzólicos abruptos são dominantes, predominantemente eutróficos, de textura binária arenosa/média e com características semelhantes àqueles localizados a montante da mesma, enquanto nas planícies aluviais predominam os solos hidromórficos (Gleissolos) e os aluviais, em menores proporções. Os Solos Litólicos e Regossolos devido ao tipo e proximidade do material de origem (arenitos com cimento ou nódulos carbonáticos), geralmente, possuem textura arenosa e média com elevados teores de Ca^{2+} trocável, sendo encontrados principalmente em relevos ondulados e forte ondulados.

A segunda toposseqüência difere da anterior pela predominância dos Podzólicos Vermelho-Amarelos e Vermelho-Escuros latossólicos nos topos (colinas médias e morrotes alongados), geralmente, mais estreitos e declivosos em relação aos locais de ocorrência de Latossolos.

Na tabela 3 são apresentadas as áreas ocupadas por cada unidade de mapeamento e a respectiva porcentagem de ocorrência em relação à classe a que pertence e sua área total. Observa-se grande predominância dos Podzólicos Vermelho-Amarelos, que se distribuem por cerca de 1.181,77 hectares, perfazendo 72,79% da área. Dentre eles, destacam-se os Podzólicos Vermelho-Amarelos abruptos eutróficos com argila de atividade baixa (unidade PV_{abe}), os quais ocupam 53,29% de toda a área mapeada. Com distribuição espacial bem inferior seguem os Podzólicos Vermelho-Amarelos e Vermelho-Escuros latossólicos álicos e distróficos (unidades

PVLa1 e PVLa2) que perfazem 223,79 hectares, correspondentes a 13,78% da área. Solos Podzólicos Vermelho-Amarelos abruptos álicos e distróficos (unidade *PVaba*), geralmente, sucedem nas vertentes os Latossolos e Podzólicos latossólicos também álicos e distróficos. São morfologicamente semelhantes aos Podzólicos abruptos eutróficos (unidade *PVabe*); ocorrem em relevo suave ondulado e ondulado e estão distribuídos por apenas 92,54 hectares, correspondendo a 5,70% de toda a área mapeada.

Tabela 3. Extensão e distribuição das unidades de mapeamento na microbacia da Água Três Unidos

Classe e símbolo da unidade	Área		
	Absoluta	Relativa à classe	Relativa ao total
	ha	-----%	-----
Latossolos Vermelho-Amarelos			
LVa	69,72	100	4,29
Latossolos Vermelho-Escuros			
LEa	8,96	100	0,55
Podzólicos Vermelho-Amarelos			
PVLa1	205,99	17,43	12,68
PVLa2	17,80	1,51	1,10
PVaba	92,54	7,83	5,70
PVabe	865,44	73,23	53,29
Gleissolos			
G	47,41	100,00	2,92
Solos Litólicos			
R1	113,04	61,89	6,96
R2	69,61	38,11	4,29
Área urbana	106,12	-	6,53
Rios e córregos	27,52	-	1,69
Total	1.624,15		100,00

Os Latossolos da região são predominantemente vermelho-amarelados (unidade LVa) e estão restritos às colinas amplas e topos de colinas médias. Distribuem-se por aproximadamente 70 hectares, correspondentes a 4,29% da microbacia. Menos extensos ainda são os Latossolos Vermelho-Escuros (unidade LEa), presentes em apenas um delineamento a oeste da microbacia. São muito semelhantes aos Latossolos Vermelho-Amarelos, diferindo-se pela cor: são mais vermelhos, geralmente com notação de “Munsell” variando de 3,5 a 2,5YR, enquanto os vermelho-amarelos são predominantemente de matiz 5YR.

Sucedendo os Podzólicos abruptos eutróficos (PVabe) localizados a montante das escarpas, estão os Solos Litólicos que geralmente estão associados aos afloramentos de rocha, aos Regossolos e Podzólicos abruptos rasos nas proximidades dessas escarpas e em alguns locais de relevo constituído por morrotes. As unidades R1 e R2 compreendem associações com Solos Litólicos, as quais distribuem-se por 182,65 hectares, ocupando 11,25% de toda a área da microbacia.

Finalmente, os Gleissolos e Solos Aluviais (unidade G) localizados nas planícies aluviais, ocupam apenas 47,41 hectares, o que corresponde a 2,92% da área mapeada. Estão associados às margens do rio do Peixe e mais extensivamente ao seu afluente, o córrego Água Três Unidos, bem como a um intrincado padrão de distribuição que impossibilita a individualização das classes de solos mesmo em levantamentos mais detalhados.

A conceituação dos solos intermediários (“intergrades”), bem como daqueles considerados típicos das unidades de mapeamento, possibilitam esclarecer os critérios utilizados para a diferenciação entre as diversas classes de solos. Assim, essas classes serão brevemente descritas, destacando-se as principais características e propriedades diferenciais, em nível de subordem ou grande grupo taxonômico, entre os Latossolos e Podzólicos identificados neste levantamento.

1 - Latossolos Vermelho-Amarelos: compreendem solos com horizonte B latossólico de cores mais amareladas que 4YR, valor maior que 3 e croma maior ou igual a 6, de consistência úmida friável a muito friável por todo o perfil, com estrutura subangular de grau fraco e modesta diferença textural entre o horizonte superficial e o subsuperficial. A relação textural B/A não ultrapassa 1,4 unidade.

2 - Latossolos Vermelho-Escuros: são solos muito semelhantes, analítica e morfológicamente, aos Latossolos Vermelho-Amarelos, diferindo-se pela cor. Os vermelho-escuros apresentam coloração centrada nos matizes 3,5 e 2,5YR, enquanto os vermelho-amarelos, predominantemente no 5YR.

3 - Podzólicos Vermelho-Amarelos latossólicos: são solos intermediários entre os Podzólicos e Latossolos. Apresentam textura arenosa/média e gradiente textural B/A acima de 1,8, requisitos que permitem enquadrá-los na classe dos Podzólicos. O horizonte diagnóstico de subsuperfície apresenta, porém, características de B latossólico: os valores de CTC da fração argila após o desconto da contribuição da matéria orgânica são muito baixos, geralmente aquém de 13 cmol_c/kg de argila, com transição difusa e plana entre os horizontes, consistência úmida friável ou muito friável, além de outros atributos diagnósticos característicos daquele horizonte.

4 - Podzólicos Vermelho-Escuros latossólicos: apresentam características muito semelhantes às dos Podzólicos Vermelho-Amarelos latossólicos, diferindo apenas pela cor: são mais avermelhados, com o matiz variando de 3,5 a 2,5YR, enquanto os vermelho-amarelados apresentam coloração centrada predominantemente no matiz 5YR.

5 - Podzólicos Vermelho-Amarelos abruptos: geralmente apresentam seqüência de horizontes A-E-Bt, com espessura dos horizontes A + E que varia de poucos centímetros a quase dois metros de profundidade. São caracterizados por uma diferença marcante entre teores de argila do horizonte B e os suprajacentes, sendo normal uma relação entre 3 e 4, originando uma textura binária arenosa/média. A estrutura do horizonte Bt é do tipo blocos subangulares de moderado grau de desenvolvimento, com consistência úmida firme.

A seguir, são apresentadas as variações morfológicas e analíticas referentes às classes de solos de cada unidade de mapeamento identificada neste levantamento.

Associação de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO e LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO ambos ÁLICOS ou DISTRÓFICOS A moderado ou fraco textura média (Unidade LVa)

a) 1.º componente: LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO ÁLICO ou DISTRÓFICO A moderado ou fraco textura média

Conceito da classe

Compreendem solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B latossólico de textura média, com estrutura, em geral, do tipo blocos subangulares fracamente desenvolvidos e cores mais amareladas que 4YR, valor maior que 3 e croma maior/igual a 6. São solos virtualmente sem atração magnética, com seqüência de horizontes A-Bw-C (Oliveira et al., 1992). São muito porosos, friáveis e bem drenados, com pequena distinção entre subhorizontes de subsuperfície. O horizonte A, geralmente de textura arenosa, pode ser o moderado ou o fraco. São solos ácidos ou ligeiramente ácidos, com baixos conteúdos de cátions trocáveis, baixa CTC efetiva; muitos deles apresentam o complexo sortivo predominantemente ocupado com alumínio trocável, por isso recebem a denominação de álicos em níveis categóricos inferiores, ou ainda, distróficos, caso em que os valores de saturação por alumínio são iguais ou inferiores a 50%, concomitantemente a baixos valores de saturação por bases na maior parte dos horizontes subsuperficiais.

Classificação

Embrapa (1999): LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média, A moderado, álico ou não.

Soil Taxonomy (Soil..., 1996): Typic Hapludox.

FAO (1994): Haplic Ferralsol.

Atributos morfológicos

Horizonte A

O horizonte A é o moderado ou o fraco, podendo apresentar como subdivisão o horizonte AB. A espessura é aproximadamente de 25 cm. No entanto, constatou-se nas áreas utilizadas intensivamente pelas atividades agrícolas, uma espessura inferior do horizonte Ap, com média de 15 cm.

A textura varia de areia-franca a franco-arenosa e a cor mais comum do horizonte A está entre os matizes 5YR e 7,5YR, com valor/croma 3/4, 3/6 ou 4/4, enquanto o horizonte AB, quando presente, geralmente apresenta o matiz centrado no 5YR, com valor/croma predominantemente 4/6.

A estrutura é a subangular, de tamanho pequeno a médio com fraco grau de desenvolvimento, geralmente desfazendo-se em granular. Nas áreas de intensa atividade agrícola, o horizonte Ap apresenta estrutura bastante degradada, sendo difícil qualificar o estado estrutural desse horizonte. A consistência da amostra úmida é friável e da amostra molhada, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

Horizonte B

O horizonte A ou AB transiciona-se de maneira gradual e plana para o horizonte BA ou Bw. Este normalmente subdivide-se em Bw1, Bw2 e Bw3 até 200 cm de profundidade, os quais apresentam, entre si, transições difusas e planas, geralmente com cor centrada no matiz 5YR e relação valor/croma de 4/6 no horizonte Bw1, passando para 4/8 nos horizontes Bw2 e Bw3, ou mesmo mantendo a relação valor/croma de 4/6 em profundidade.

A textura varia de franco-arenosa a franco-argiloarenosa e a estrutura é representada, em geral, pelo tipo subangular de tamanho médio e grande com fraco grau de desenvolvimento nos horizontes Bw1 e Bw2, geralmente transicionando-se para maciça porosa no Bw3. A consistência do solo úmido apresenta-se firme no horizonte BA, quando presente, passando para muito friável com o aumento da profundidade. Com relação à amostra molhada, a consistência nos subhorizontes é ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

A seguir, são apresentados a descrição morfológica e os resultados analíticos

(Tabela 4) referentes ao perfil representativo dos Latossolos Vermelho-Amarelos da Unidade LVa. Reafirma-se aqui, que a maioria dos locais de coleta dos perfis utilizados neste trabalho não correspondem às áreas sob domínio da microbacia da Água Três Unidos, e sim, a outras áreas mapeadas no levantamento pedológico semidetalhado da Folha de Marília (Bertolani et al., 2000), bem como no levantamento detalhado da microbacia de "Água F"⁵, local próximo à área estudada. Entretanto, os perfis aqui descritos são semelhantes, ou mesmo

Tabela 4. Resultados analíticos do LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO ÁLICO A moderado textura média - perfil 1.589.

Atributos	Espessura (cm)				
	0-15	15-43	43-68	68-102	102-150
Horizontes	Ap	BA	Bw1	Bw2	Bw3
Argila ⁽¹⁾	18	20	22	23	25
Silte ⁽¹⁾	8	8	7	9	8
Areia fina ⁽¹⁾	30	33	32	32	27
Areia grossa ⁽¹⁾	44	39	39	36	40
Silte/argila	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3
pH H ₂ O	4,5	4,6	4,7	4,4	4,3
pH KCl	3,8	3,9	3,9	3,9	3,8
ΔpH	-0,7	-0,7	-0,8	-0,5	-0,5
Ca ⁽²⁾	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1
Mg ⁽²⁾	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0
K ⁽²⁾	0,15	0,11	0,09	0,09	0,09
Na ⁽²⁾	0,05	0,06	0,03	0,03	0,03
S ⁽²⁾	0,4	0,4	0,1	0,3	0,2
Al ⁽²⁾	1,2	1,4	1,6	1,5	1,4
H ⁽²⁾	2,8	2,2	1,7	1,7	1,8
CTC ⁽²⁾	4,4	4,0	3,4	3,5	3,4
CTC ⁽³⁾	-	-	13,4	13,3	11,8
V ⁽⁴⁾	9	9	4	9	6
m ⁽⁴⁾	75	79	93	82	86
C ⁽¹⁾	0,8	0,5	0,1	0,1	0,1

⁽¹⁾ dag/kg de T.F.S.A. ⁽²⁾ cmol_c/kg de T.F.S.A. ⁽³⁾ cmol_c/kg de argila após o desconto da contribuição da matéria orgânica. ⁽⁴⁾ %.

representativos, aos da respectiva unidade de mapeamento devido à relativa homogeneidade e semelhança morfológica, analítica e mineralógica entre as mesmas classes de solos da região.

PERFIL 1.589 (Levantamento pedológico detalhado da microbacia de “Água F”⁵)

Classificação segundo Camargo et al. (1987) e Oliveira et al. (1992): LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO ÁLICO A moderado textura média.

Classificação segundo Embrapa (1999): LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média, A moderado, álico.

Localização: Folha Topográfica de Gália, Microbacia da “Água F”. Coordenadas UTM: 652,680 km E e 7.531,270 km N.

Situação e declividade: trincheira descrita em topo aplainado com declive inferior a 3%.

Altitude: 592 metros.

Litologia: arenito do Grupo Bauru, Formação Marília.

Relevo: Local e regional - suave ondulado.

Erosão: não aparente.

Vegetação primária: cerrado.

Uso atual: café.

Drenagem: fortemente drenado.

Descrito e coletado por Hélio do Prado.

Descrição morfológica

Ap 0-15 cm: bruno-avermelhado (5YR 4/3, úmido); franco-arenosa; fraca média e pequena subangular, desfazendo-se em granular pequena fraca; muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.

BA 15-43 cm: bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmido); franco-arenosa; fraca média subangular; firme a friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição difusa e plana.

Bw1 43-68 cm: bruno-avermelhado (5YR 5/4, úmido); franco-argiloarenosa; fraca média subangular; muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição difusa e plana.

Bw2 68-102 cm: bruno-amarelado (5YR 5/6, úmido); franco-argiloarenosa; fraca média subangular; muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição difusa e plana.

Bw3 102-150 cm⁺: vermelho-amarelado (5YR 5/7, úmido); franco-argiloarenosa; aspecto maciço poroso; muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

Observações: Raízes comuns no horizonte A1 e poucas nos demais horizontes.

Mineralogia da fração argila

A figura 3 mostra os difratogramas de raios X da fração argila desferrificada referentes ao horizonte Bw1 do perfil 1.589. Caulinita (C) é o mineral predominante, com seus reflexos definidos a 0,72 e 0,36 nm que desaparecem no tratamento com potássio aquecido a 550 °C. Mica (Mi) é outro mineral silicatado presente, identificado pelos reflexos a 1,0, 0,5 e 0,33 nm, intensificados naquele tratamento. Os espaçamentos interplanares de 0,48 e 0,43 nm que desaparecem nas amostras aquecidas, referem-se à gibbsita (Gi), mineral geralmente presente nos solos muito intemperizados. A pequena expressão dos reflexos referente à gibbsita sugere pequena quantidade ou baixa cristalinidade do mineral na amostra. Vermiculita com Al-hidróxi nas entrecamadas (VHE) é outro mineral comum nesses solos intemperizados devido à sua estabilidade estrutural. A máxima intensidade de seus reflexos a 1,4 nm que colapsam para próximo a 1,0 nm no tratamento com potássio aquecido a 550 °C são observados no horizonte superficial do perfil (difratogramas não mostrados), possivelmente devido ao acúmulo residual do mineral (Coelho, 1998 e Vidal-Torrado et al., 1999). Finalmente, o dióxido de titânio anatásio (An), aparece no espaçamento interplanar de 0,35 nm quando a amostra é saturada com potássio e aquecida a 550 °C.

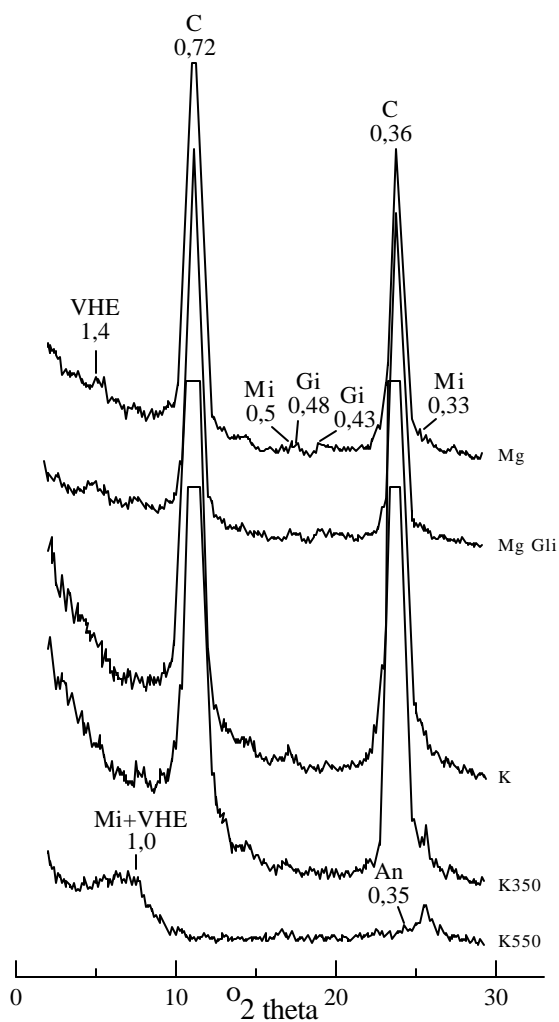


Fig. 3. Difractogramas de raios X da fração argila desferrificada do perfil 1.589 (horizonte Bw1). A identificação de cada difratograma refere-se à amostra saturada com magnésio (Mg), com magnésio + etileno glicol (Mg Gli), saturada com potássio à temperatura ambiente (K), com potássio e aquecida a 350 °C (K350) e finalmente, com potássio e aquecida a 550 °C (K550). Minerais identificados: C = caulinita; Gi = gibbsita; Mi = mica; VHE = vermiculita com Al-hidróxi nas entrecamadas; An = anatásio. Espaçamento interplanar em nanômetros (nm).

**b) 2.º componente: LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO ÁLICO ou DISTRÓFICO
A moderado ou fraco textura média**

Conceito da classe

São solos muito semelhantes morfológica e analiticamente aos Latossolos Vermelho-Amarelos, diferindo-se pela cor, que pode estar relacionada ao teor ou tipo de óxidos de ferro. Os Latossolos Vermelho-Escuros são mais avermelhados, com matiz centrado no 3,5 e 2,5YR.

Classificação

Embrapa (1999): LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO ou VERMELHO Distrófico típico, textura média, A moderado, álico ou não.

Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1996): Typic Hapludox.

FAO (1994): Haplic Ferralsol ou Rhodic Ferralsol.

Atributos morfológicos

Horizonte A

O horizonte A pode ser o moderado ou o fraco, apresentando espessura média de 0,20 m. São comuns nessa classe horizontes transicionais AB ou BA.

A textura varia de areia-franca a franco-arenosa e a cor mais comum está centrada no matiz 5YR, podendo variar até 2,5YR; as relações valor/croma predominantes são 3/4, 4/3 e 4/4, enquanto o horizonte AB, quando presente, apresenta, em geral, uma unidade em croma mais elevada do que a do A.

A estrutura, quando não alterada pelos implementos e máquinas agrícolas, é do tipo bloco subangular de fraco grau de desenvolvimento, desfazendo-se em granular no horizonte A e aumentando de tamanho no horizonte AB. Nas áreas agricultáveis, o horizonte Ap apresenta estrutura degradada, representada por fragmentos médios e pequenos, e não por unidades estruturais, sendo difícil qualificar o estado estrutural desse horizonte. A consistência da amostra úmida é friável, enquanto da amostra molhada, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

Horizonte B

Geralmente subdivide-se em Bw1, Bw2 e Bw3 até 200 cm de profundidade, os quais podem apresentar espessuras variáveis. Sua textura, assim como dos Latossolos Vermelho-Amarelos, varia de franco-arenosa a franco-argiloarenosa e as cores mais comuns correspondem às notações 3,5YR e 2,5YR com relação valor/croma predominantemente 4/6 e 4/8. Em geral, a diferença de cor entre os horizontes Bw1, Bw2 e Bw3 é discreta, de forma que, apesar de visível no perfil, torna-se de difícil distinção na tabela de cores.

Devido ao baixo teor de argila associado à baixa atividade dessa fração, a estrutura desses solos é pouco desenvolvida, sendo representada, de maneira geral, pelo tipo subangular de tamanho médio, com fraco grau de desenvolvimento nos horizontes Bw1 e Bw2 que se desfaz em granular de tamanho pequeno e muito pequeno e de grau moderado, transicionando, de maneira difusa, para uma aparência de maciça porosa no Bw3.

Os elevados teores de areia também influenciam na consistência desse horizonte. Enquanto a amostra úmida apresenta-se friável a muito friável ao longo do perfil, com exceção do horizonte superficial que pode se tornar firme, quer por ação mecânica de implementos, quer devido aos ciclos de umedecimento e secagem comuns à superfície, a consistência da amostra molhada é ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

Unidade LVa

Devido à semelhança entre os Latossolos Vermelho-Escuros e os Vermelho-Amarelos da unidade LVa, as considerações seguintes serão analisadas conjuntamente para ambas as classes de solos.

Atributos analíticos

Na tabela 5 são apresentados os valores médio, mínimo e máximo absolutos, desvios-padrão e coeficientes de variação para alguns atributos referentes à camada superficial e subsuperficial dos solos da unidade LVa. Verificaram-se as seguintes variações analíticas.

Granulometria – Os solos apresentam pequena relação textural, como pode ser evidenciado pela média de 13 dag/kg referente à fração argila na camada superficial e 20 dag/kg para a camada subsuperficial. A areia grossa, com valores médios de

46 e 39 dag/kg, respectivamente naquelas camadas, é a fração mais abundante, seguida pela areia fina (35 dag/kg para ambas as camadas). A participação do silte é pequena, com média de 6 dag/kg na camada subsuperficial.

pH – Os valores médios de pH em KCl de 4,3 e 4,2 para a camada superficial e subsuperficial, respectivamente, indicam tratar-se de solos ácidos. Esses baixos valores evidenciam a necessidade de calagem para o bom desenvolvimento das plantas cultivadas.

Carbono – O teor médio de carbono na camada superficial é baixa, com 0,9 dag/kg de T.F.S.A., reduzindo para apenas 0,3 dag/kg na camada subsuperficial. O máximo valor encontrado foi de 1,5 dag/kg, o qual está relacionado aos 10 centímetros superficiais de um solo cultivado com café e fertilizado com esterco de curral.

Soma de bases – Os valores médios de soma de bases são baixos, decrescendo de 1,5 cmol_c/kg de T.F.S.A. em superfície para apenas 0,9 em subsuperfície. Esses valores médios refletem solos com baixo potencial nutricional, principalmente nos horizontes subsuperficiais menos influenciados pelas práticas de fertilização, de correção e com menores conteúdos de matéria orgânica.

Capacidade de troca de cátions – O valor médio verificado na camada subsuperficial, 5,1 cmol_c/kg de argila após o desconto da contribuição da matéria orgânica, indica tratar-se de solos muito intemperizados e, portanto, com baixa atividade da fração coloidal.

Saturação por bases – Nas sete amostras analisadas, verificaram-se somente valores de saturação por bases inferiores a 50% na camada subsuperficial, o que sugere que esses solos possuem baixos teores de cátions trocáveis. O máximo valor encontrado em superfície, 68%, indica a existência de solos epieutróficos com significativos conteúdos de cátions trocáveis, bem superiores àqueles encontrados nos horizontes subsuperficiais.

Alumínio trocável e saturação por alumínio – Os valores médios de Al³⁺ trocável da camada superficial e subsuperficial, respectivamente 0,2 e 0,5 cmol_c/kg de T.F.S.A., são relativamente baixos, especialmente na camada superficial, em parte, devido à aplicação de corretivos e menores conteúdos de argila em relação aos horizontes subsuperficiais. Embora os teores de Al³⁺ sejam baixos, os valores o máximo e médio de saturação por alumínio, respectivamente 85 e 51% na camada subsuperficial, refletem os baixos teores de argila, bem como a baixa

atividade da fração coloidal desses solos, visto que pequenos conteúdos de elementos são suficientes para saturar os sítios de troca das argilas.

Tabela 5. Número de amostras (n), valores mínimo, médio e máximo, desvios-padrão (s) e coeficientes de variação (CV) de alguns atributos do solo referentes às camadas superficial (a) e subsuperficial (b) do LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO e LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO ambos ÁLICOS ou DISTRÓFICOS A moderado ou fraco textura média (Unidade LVa).

Atributo	Camada	n	Mínimo	Máximo	Média	s	CV
							-%--
Argila ⁽¹⁾	a	4	8	10	9	1,41	15,7
	b	4	21	24	23	1,3	5,7
Silte ⁽¹⁾	a	4	5	6	5	0,7	12,9
	b	4	5	8	7	1,3	19,9
Areia fina ⁽¹⁾	a	4	39	42	41	2,2	5,3
	b	4	36	41	39	2,2	5,7
Areia grossa ⁽¹⁾	a	4	42	48	45	4,3	9,5
	b	4	30	33	31	1,4	4,6
pH H ₂ O	a	4	5,0	5,0	5,0	0,0	0,0
	b	4	4,3	4,8	4,6	0,2	5,2
pH KCl	a	4	3,7	3,7	3,7	0,0	0,0
	b	4	3,6	3,8	3,7	0,1	2,6
Carbono ⁽¹⁾	a	4	0,3	0,6	0,5	0,2	47,2
	b	4	0,2	0,3	0,3	0,1	23,1
Ca ²⁺ ⁽²⁾	a	4	0,1	0,8	0,5	0,3	58,9
	b	4	0,1	0,6	0,3	0,2	68,2
Mg ²⁺ ⁽²⁾	a	4	0,0	0,2	0,1	0,2	141,4
	b	4	0,0	0,2	0,1	0,1	127,7
K ⁺ ⁽²⁾	a	4	0,05	0,1	0,08	0,04	47,2
	b	4	0,04	0,1	0,1	0,04	40,0
Al ³⁺ ⁽²⁾	a	4	0,3	1,0	0,4	0,3	67,3
	b	4	0,3	1,6	1,1	0,6	56,0
H ⁺ ⁽²⁾	a	4	0,7	2,1	1,5	0,6	40,0
	b	4	0,6	1,1	0,8	0,2	27,0
Soma de bases ⁽²⁾	a	4	0,3	1,1	0,6	0,4	61,5
	b	4	0,2	0,8	0,5	0,2	45,9
CTC ⁽³⁾	a	-	-	-	-	-	-
	b	4	7,4	10,2	9,0	1,2	12,9
Saturação por alumínio ⁽⁴⁾	a	4	40	67	48	12,8	26,9
	b	4	43	86	61	20,2	33,2
Saturação por bases ⁽⁴⁾	a	4	12	40	26	12,3	47,9
	b	4	10	31	23	9,7	41,8

⁽¹⁾ dag/kg de T.F.S.A. ⁽²⁾ cmol_c/kg de T.F.S.A. ⁽³⁾ cmol_c/kg de argila após o desconto da contribuição da matéria orgânica. ⁽⁴⁾ %.

Alumínio trocável e saturação por alumínio – Os valores médios de Al^{3+} trocável da camada superficial e subsuperficial, respectivamente 0,2 e 0,5 cmol_c/kg de T.F.S.A., são relativamente baixos, especialmente na camada superficial, em parte, devido à aplicação de corretivos e menores conteúdos de argila em relação aos horizontes subsuperficiais. Embora os teores de Al^{3+} sejam baixos, os valores o máximo e médio de saturação por alumínio, respectivamente 85 e 51% na camada subsuperficial, refletem os baixos teores de argila, bem como a baixa atividade da fração coloidal desses solos, visto que pequenos conteúdos de elementos são suficientes para saturar os sítios de troca das argilas.

Variações e inclusões

Não foram verificadas variações na unidade LVa. Quanto às inclusões, identificaram-se solos dotados de significativo gradiente textural, tal como aqueles descritos para os Podzólicos Vermelho-Amarelos e Vermelho-Escuros latossólicos da unidade PVLa2, além de reduzidas áreas ocupadas com Latossolos Vermelho-Amarelos eutróficos.

Distribuição espacial e descrição da paisagem

Apenas dois delineamentos da unidade LVa foram cartografados. Localizam-se ao norte e nordeste da microbacia, nas proximidades da cidade de Vera Cruz onde estão distribuídos por 69,72 ha, o que corresponde a 4,29% de toda a área mapeada. Ocorrem em colinas amplas, de relevo plano a suave ondulado e em declives da ordem de 2 a 8%. Nessas áreas não foram verificados remanescentes da vegetação original, totalmente substituída pela cultura de café e, em menor proporção, por pastagens.

Atributos agronômicos

Os Latossolos da unidade LVa são muito porosos e friáveis, sendo, por isso, de fácil preparo para o cultivo. Os elevados teores de areia conferem-lhes diminuta capacidade de retenção de umidade (Oliveira & Menk, 1999). Essa limitação torna-se mais severa nos solos em que há predominância de areia grossa em relação à fina, tal como ocorre em alguns Latossolos da microbacia. O trabalho de Manfredini et al. (1984) mostrou que, para os Latossolos de textura média e Areias Quartzosas (Neossolos Quartzarênicos segundo Embrapa, 1999), há um aumento de aproximadamente 50% na capacidade de armazenamento de água e diminuição

da condutividade hidráulica do solo saturado com a diminuição do diâmetro médio ponderado das partículas de areia. Segundo os autores, esses solos de textura mais grosseira secam rapidamente após as chuvas ou irrigação, fato que possibilita maior estresse hídrico nas plantas cultivadas quando submetidas a veranicos, comparando-se a outros solos de textura mais fina.

Com exceção dos solos de baixada, os Latossolos são os que apresentam menor suscetibilidade à erosão. Isso se deve não apenas às condições altamente favoráveis do perfil de solo, tais como profundidade, drenagem e grande uniformidade dos atributos morfológicos (textura, estrutura e consistência), mas também, às condições favoráveis de relevo, visto que os Latossolos ocupam sempre as superfícies de maior estabilidade, de topografia plana e suave ondulada, com declives que raramente ultrapassam 7%. Na tabela 6, são apresentados os dados de porosidade, densidade e taxa de infiltração dos Latossolos e Podzólicos abruptos da região. Observam-se valores de porosidade total próximos a $0,50\text{m}^3/\text{m}^3$ nos Latossolos e elevada taxa de infiltração no horizonte mais arenoso superficial, a qual permanece praticamente constante em profundidade. Esses valores confirmam que as condições favoráveis de drenagem nos Latossolos, evitam os escoamentos superficiais das águas das chuvas e os riscos de erosão.

Deve-se salientar, no entanto, que alguns Latossolos de textura mais arenosa no horizonte superficial, possuem menor resistência à erosão, com teores muito baixos de matéria orgânica (horizonte A fraco) e, por conseguinte, com consistência solta e pequena estabilidade dos agregados.

Tabela 6. Dados físicos referentes aos horizontes superficiais e subsuperficiais dos LATOSSOLOS VERMELHO-ESCUROS ÁLICOS e PODZÓLICOS VERMELHO-AMARELOS ABRUPTOS EUTRÓFICOS da microbacia de “Água F” (Bertolani, 1998).

Classe de solo	Profundidade	Porosidade total	Macroporosidade	Microporosidade	Densidade do solo	Taxa de infiltração
	cm	m^3/m^3			kg/dm^3	mm/h
Latosolos	10-25	0,48	0,21	0,27	1,42	416,2
	80-100	0,49	0,24	0,25	1,39	415,6
Podzólicos	10-20	0,49	0,15	0,34	1,45	407,5
	80-100	-	-	-	1,65	50,9

Os Latossolos da unidade LVa são essencialmente álicos e, por isso, com fertilidade natural muito baixa e possibilidade de apresentarem toxicidade por alumínio para algumas plantas cultivadas e menos tolerantes ao elemento.

O perfil representativo dos Latossolos Vermelho-Escuros será descrito quando se reportar aos Latossolos álicos da unidade LEa devido à similaridade entre as classes de solos.

LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO ÁLICO A moderado ou fraco textura média (Unidade LEa)

Conceito da classe

Os Latossolos Vermelho-Escuros, em geral, são solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B latossólico vermelho-escuro, vermelho ou bruno-avermelhado-escuro de matiz 4YR ou mais vermelho, valores 3 a 5 e croma 4 a 6. Os teores de Fe_2O_3 provenientes do ataque sulfúrico na fração T.F.S.A. são inferiores a 18% quando argilosos ou muito argilosos e, usualmente, inferiores a 8% quando de textura média (Oliveira et al. 1992). Apenas o atributo cor foi utilizado neste levantamento para separar as diferentes classes de Latossolos em nível de subordem, devido à impossibilidade de se determinarem os teores de Fe_2O_3 no presente trabalho. São solos muito profundos, de seqüência de horizontes A-Bw-C, apresentando grande homogeneidade vertical com relação a algumas características morfológicas. A estrutura do horizonte B é predominantemente do tipo blocos subangulares de fraco grau de desenvolvimento, transicionando-se para maciça porosa em profundidade. Diferenciam-se dos Latossolos Vermelho-Escuros da unidade LVa pela ausência do caráter distrófico. Os solos da unidade LEa são, portanto, somente álicos. Com relação aos Latossolos Vermelho-Amarelos daquela unidade, diferenciam-se pela coloração: são mais avermelhados, com notação Munsell 3,5 e 2,5YR, enquanto nos Latossolos Vermelho-Amarelos predominam o matiz 5YR.

Os Latossolos Vermelho-Escuros da unidade LEa apresentam textura média, bem como dois tipos de horizontes A: o moderado e o fraco.

Classificação

Embrapa (1999): LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO ou VERMELHO Distrófico típico, textura média, A moderado, álico.

Soil Taxonomy (Soil..., 1996): Typic Hapludox;

FAO (1994): Haplic Ferralsol ou Rhodic Ferralsol.

Atributos morfológicos

Horizonte A

O horizonte A pode ser o moderado ou o fraco, apresentando espessura média de 20 cm. São comuns nessa classe de solos horizontes transicionais AB ou BA.

A textura é essencialmente franco-arenosa, sendo a cor mais comum centrada nos matizes 3,5YR e 5YR; as relações valor/croma predominantes são 3/4, 4/3 e 4/4, enquanto o horizonte AB, quando presente, apresenta uma unidade em croma mais elevado do que o A.

A estrutura, quando não alterada pelos implementos e máquinas agrícolas, é do tipo granular ou bloco subangular, desfazendo-se em granular, de tamanho pequeno e médio, de grau fraco, aumentando de tamanho no horizonte AB. Nas áreas agricultáveis, o horizonte Ap apresenta estrutura degradada, representada por fragmentos médios e pequenos, e não por unidades estruturais, sendo difícil qualificar o estado estrutural desse horizonte. A consistência da amostra úmida é friável a firme, enquanto da amostra molhada, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

Horizonte B

Geralmente subdivide-se em BA, Bw1, Bw2, Bw3 e Bw4 até 200 cm de profundidade, os quais podem apresentar espessuras variáveis. Sua textura é franco-argiloarenosa e as cores mais comuns correspondem às notações 3,5YR e 2,5YR com relação valor/croma predominantemente 4/6, transicionando-se para 4/8 em profundidade. Normalmente, a diferença de cor entre os horizontes Bw1, Bw2, Bw3 e Bw4 é muito discreta, tornando-se difícil a distinção na tabela de cores, mesmo que esteja visível no perfil.

A estrutura é pouco desenvolvida, semelhante à descrita para os Latossolos da unidade LVa, sendo representada por blocos subangulares de tamanho médio e grande, com fraco grau de desenvolvimento nos horizontes Bw1 e Bw2, transicionando, de maneira difusa, para uma aparência de maciça porosa no Bw3 e

Bw4. A consistência da amostra úmida é friável ou firme no horizonte BA, passando para muito friável em profundidade, enquanto da amostra molhada, é ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

Atributos analíticos

Na tabela 7 são apresentados os valores mínimo, máximo, médio, desvios-padrão e coeficientes de variação para alguns atributos dos solos referentes ao conjunto das amostras superficiais e subsuperficiais dos Latossolos Vermelho-Escuros da unidade LEa. São observadas as seguintes variações:

Granulometria – A fração mais abundante nas camadas superficial e subsuperficial é a areia grossa (média de 46 e 37 dag/kg respectivamente), seguida pela areia fina (média de 33 para ambas as camadas). Os solos da unidade LEa apresentam baixos valores de silte, com média de 6 e 7 dag/kg de T.F.S.A., enquanto a argila, com valores médios de 15 e 22 dag/kg, respectivamente para as mesmas camadas, evidencia o pequeno gradiente textural entre os horizontes A e B.

pH – Os valores médios de pH em H₂O e KCl verificados para a camada subsuperficial, respectivamente 4,9 e 4,7, identificam solos ácidos. Os maiores valores foram observados em superfície, provavelmente devido ao efeito de corretivos aplicados com frequência na cultura do café.

Carbono – Os teores de carbono são baixos mesmo em superfície, indicando perdas acentuadas, ou mesmo o esgotamento da matéria orgânica nos solos, em decorrência da retirada da cobertura vegetal e da prática de uma agricultura intensiva.

Soma de bases - São solos pobres em nutrientes, como pode ser observado pelos valores médios de soma de bases tanto em superfície, 0,9 cmol_c/kg de T.F.S.A., como em subsuperfície, 0,4 cmol_c/kg de T.F.S.A. Nota-se o valor médio superior em superfície, provavelmente devido ao maior conteúdo de matéria orgânica e, sobretudo, às aplicações de corretivos e fertilizantes a que são submetidas, com frequência, as áreas cultivadas com café.

Capacidade de troca de cátions – Os valores mínimo, máximo e médio, respectivamente, 12,4, 14,0 e 13,0 cmol_c/kg de argila após o desconto da contribuição da matéria orgânica, observados na camada subsuperficial, retratam a baixa atividade coloidal desses solos.

Saturação por bases – Os valores máximo e médio de saturação por bases na camada superficial, respectivamente 65 e 40%, indicam a existência de solos epieutróficos, geralmente, associados às áreas sob cultivo de café e predominância de solos epidistróficos. Os baixos valores de saturação por bases na camada subsuperficial, menores que 20%, evidenciam o baixo potencial nutricional desses solos.

Alumínio trocável e saturação por alumínio – A média dos teores de alumínio trocável na camada subsuperficial, menos afetada pelos efeitos dos corretivos e fertilizantes, é de 1,0 cmol_c/kg de T.F.S.A. Embora esses valores sejam relativamente baixos, são responsáveis por elevados valores de saturação por alumínio (média de 73% em subsuperfície) devido à pequena carga líquida desses solos. Os baixos teores de Al³⁺ e saturação por alumínio em superfície estão parcialmente relacionados à aplicação de corretivos e menor conteúdo de argila em relação aos horizontes subsuperficiais.

Distribuição espacial e descrição da paisagem

Os Latossolos Vermelho-Escuros álicos ocorrem em relevo plano e suave ondulado, com declives que variam entre 2 e 7%. Ocupam apenas 8,96 hectares em área absoluta, perfazendo 0,55% da área total mapeada (Quadro 3). Distribuem-se em apenas um delineamento localizado a oeste da microbacia, em altitudes que variam de 600 a 630 metros. Não foram observados remanescentes de vegetação original, a qual foi totalmente substituída pela cultura do café.

Variações e inclusões

Como variação foram identificados Latossolos Vermelho-Escuros de textura mais arenosa em relação aos típicos da unidade, próximo ao limite para enquadrá-los como Areia Quartzosa. Com relação às inclusões, foram verificados Podzólicos Vermelho-Escuros latossólicos característicos da unidade PVLa2, além de restritas áreas ocupadas com Latossolos Vermelho-Amarelos e Vermelho-Escuros distróficos da unidade LVa.

Atributos agronômicos

Os mesmos atributos agronômicos já enunciados para os Latossolos da unidade LVa são considerados aqui. Os solos da unidade LEa são, portanto, friáveis e de fácil preparo para cultivo. O relevo quase plano permite o total emprego de

máquinas agrícolas, o que, somado às boas condições de drenagem interna, pouco influencia nos processos erosivos. A baixa fertilidade requer o emprego de corretivos e fertilizantes para se alcançar boas produtividades.

Tabela 7. Número de amostras (n), valores mínimo, médio, máximo, desvios-padrão (s) e coeficientes de variação (CV) de alguns atributos do solo referentes às camadas superficial (a) e subsuperficial (b) do LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO ÁLICO A moderado ou fraco textura média (LEa).

Atributo	Camada	n	Mínimo	Máximo	Média	s	CV
							-%--
Argila ⁽¹⁾	a	6	12	16	15	1,4	8,9
	b	6	21	24	22	1,5	6,8
Silte ⁽¹⁾	a	6	5	7	6	1,0	16,7
	b	6	6	8	7	1,0	14,3
Areia fina ⁽¹⁾	a	6	29	38	33	4,6	13,9
	b	6	29	38	33	4,6	13,9
Areia grossa ⁽¹⁾	a	6	39	51	46	6,4	13,9
	b	6	32	44	37	6,1	16,4
pH H ₂ O	a	6	6,0	6,3	6,2	0,2	2,5
	b	6	4,7	5,2	4,9	0,3	5,1
pH KCl	a	6	3,9	5,5	4,7	0,8	17,0
	b	6	3,9	4,0	4,0	0,1	1,5
Carbono ⁽¹⁾	a	6	0,4	0,7	0,5	0,2	34,6
	b	6	0,2	0,6	0,4	0,2	50,0
Ca ²⁺ ⁽²⁾	a	6	0,1	0,9	0,6	0,4	73,5
	b	6	0,1	0,2	0,1	0,1	43,3
Mg ²⁺ ⁽²⁾	a	6	0,0	0,3	0,1	0,2	114,6
	b	6	0,0	0,1	0,03	0,06	173,21
K ⁺ ⁽²⁾	a	6	0,18	0,22	0,20	0,02	10,58
	b	6	0,1	0,2	0,2	0,03	20,0
Al ³⁺ ⁽²⁾	a	6	0,00	0,10	0,03	0,06	173,21
	b	6	0,80	1,30	1,00	0,26	26,46
H ⁺ ⁽²⁾	a	6	0,8	1,8	1,3	0,5	38,5
	b	6	1,2	1,8	1,6	0,3	20,5
Soma de bases ⁽²⁾	a	6	0,3	1,5	0,9	0,6	60,8
	b	6	0,3	0,5	0,4	0,1	24,7
CTC ⁽³⁾	a	-	-	-	-	-	-
	b	6	12,4	14,0	13,0	0,8	6,4
Saturação por alumínio ⁽⁴⁾	a	6	0	9	3	5,2	173,2
	b	6	64	80	73	8,3	11,3
Saturação por bases ⁽⁴⁾	a	6	20	65	40	22,6	56,6
	b	6	9	15	12	3,0	24,4

⁽¹⁾ dag/kg de T.F.S.A. ⁽²⁾ cmol_c/kg de T.F.S.A. ⁽³⁾ cmol_c/kg de argila após o desconto da contribuição da matéria orgânica. ⁽⁴⁾ %.

A seguir, são apresentados a morfologia, os resultados analíticos (Tabela 8) e mineralógicos referentes ao perfil representativo dos Latossolos Vermelho-Escuros da unidade LEa.

PERFIL 1.534 (Levantamento pedológico detalhado da microbacia de “Água F”⁵)

Classificação segundo Camargo et al. (1987) e Oliveira et al. (1992): LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO ÁLICO A moderado textura média.

Classificação segundo Embrapa (1999): LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, textura média, A moderado, álico.

Localização: Folha Topográfica de Gália, Microbacia da “Água F”. Coordenadas UTM: 623 km E e 7.532 km N.

Situação e declividade: trincheira descrita em topo aplainado com declive inferior a 3%.

Altitude: 580 metros.

Litologia: arenito do Grupo Bauru, Formação Marília.

Relevo: Local - plano; regional - suave ondulado.

Erosão: não aparente.

Vegetação primária: cerrado.

Uso atual: café.

Drenagem: fortemente drenado.

Descrito e coletado por Hélio do Prado.

Descrição morfológica

Ap 0-15 cm: bruno-avermelhado (5YR 3/4, úmido); areia-franca; fraca pequena granular; muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.

AB 15-30 cm: bruno-avermelhado (5YR 3/4, úmido); franco-arenosa; fraca média bloco subangular; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.

BA 30-64 cm: vermelho-amarelado (4YR 4/4, úmido); franco-arenosa; fraca média bloco subangular; muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição difusa e plana.

Bw1 64-90 cm: bruno-avermelhado (4YR 4/6, úmido); franco-arenosa; fraca média subangular; muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição difusa e plana.

Bw2 90-130 cm: bruno-amarelado (2,5YR 4/6, úmido); franco-argiloarenosa; fraca média bloco subangular; muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição difusa e plana.

Bw3 130-170 cm: vermelho-amarelado (2,5YR 4/6, úmido); franco-argiloarenosa; fraca média bloco subangular; muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição difusa e plana.

Bw4 170 cm +: vermelho (2,5YR 4/8, úmido); franco-argiloarenosa. Amostra obtida por tradagem.

Mineralogia da fração argila

Os Latossolos Vermelho-Escuros são morfológica, analítica e mineralogicamente similares aos Latossolos Vermelho-Amarelos da unidade LVa, por isso os difratogramas de raios X não serão mostrados aqui. Como nos Latossolos Vermelhos Amarelos, caulinita, mica e vermiculita com Al-hidróxi nas entrecamadas são os minerais silicatados presentes. Gibbsita e anatásio complementam a constituição mineralógica da fração argila desferrificada dos Latossolos Vermelho-Escuros da unidade LEa.

Tabela 8. Resultados analíticos do LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO ÁLICO A moderado textura média - perfil 1.534.

Atributos	Espessura (cm)					
	0-15	15-30	30-64	64-90	90-130	130-170
Horizontes	Ap	AB	BA	Bw1	Bw2	Bw3
Argila ⁽¹⁾	12	16	19	20	21	21
Silte ⁽¹⁾	6	8	8	9	9	9
Areia fina ⁽¹⁾	43	40	43	44	43	44
Areia grossa ⁽¹⁾	40	37	30	27	27	26
Silte/argila	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4
pH H ₂ O	5,8	4,8	4,5	4,6	4,4	4,3
pH KCl	5,1	4,0	3,9	3,9	3,9	3,9
ΔpH	-0,7	-0,8	-0,6	-0,7	-0,5	-0,4
Ca ⁽²⁾	2,1	0,7	0,2	0,1	0,1	0,1
Mg ⁽²⁾	1,1	0,5	0,1	1,0	0,1	0,0
K ⁽²⁾	0,2	0,06	0,03	0,04	0,05	0,08
Na ⁽²⁾	0,05	0,04	0,02	0,02	0,03	0,06
S ⁽²⁾	3,4	1,3	0,4	1,1	0,3	0,2
Al ⁽²⁾	0,0	0,9	1,6	1,4	1,8	1,9
H ⁽²⁾	1,0	0,8	0,1	1,6	0,7	0,3
CTC ⁽²⁾	4,4	3,0	2,1	4,1	2,8	2,4
CTC ⁽³⁾	-	-	-	11,5	12,9	7,1
V ⁽⁴⁾	77	43	19	27	11	21
m ⁽⁴⁾	0	41	80	56	86	90
C ⁽¹⁾	1,5	0,6	0,5	0,4	0,2	0,2
SiO ₂ ⁽²⁾	4,0	-	6,4	8,4	8,3	8,4
Al ₂ O ₃ ⁽²⁾	1,8	-	4,3	5,0	6,5	7,5
Fe ₂ O ₃ ⁽²⁾	0,1	1,4	1,9	1,8	2,2	2,0
TiO ₂ ⁽²⁾	0,4	0,5	0,5	0,8	0,8	0,7
Ki	3,8	-	2,5	2,8	2,2	1,9

⁽¹⁾ dag/kg de T.F.S.A. ⁽²⁾ cmol_c/kg de T.F.S.A. ⁽³⁾ cmol_c/kg de argila após o desconto da contribuição da matéria orgânica. ⁽⁴⁾ %.

***PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO LATOSSÓLICO ÁLICO
ou DISTRÓFICO A moderado ou fraco textura arenosa/
média (Unidade PVLa1)***

Conceito da classe

Esta classe compreende solos com horizonte B textural, não hidromórfico com acentuado gradiente textural entre o horizonte superficial e o subsuperficial, tendo seqüência de horizontes A, Bt e C. São, normalmente, muito profundos, com cores de matizes centrados no 5YR no horizonte Bt, podendo ocorrer 7,5YR. Essa classe envolve solos com relação textural que satisfazem os critérios para classificá-los como Podzólicos, porém, o horizonte subsuperficial é morfológica e analiticamente semelhante ao horizonte Bw dos Latossolos; daí serem classificados como solos intermediários entre Podzólicos e Latossolos.

De maneira geral, os Podzólicos Vermelho-Amarelos latossólicos da unidade PVLa1 apresentam os seguintes atributos diagnósticos:

- 1) Caráter álico ou distrófico;
- 2) Horizonte A arenoso com espessura média de 20 cm assente sobre horizonte Bt de textura média, apresentando relação textural B/A igual ou superior a 1,8 unidade, tal como preconizado para a classe dos Podzólicos, porém sem apresentar mudança textural abrupta;
- 3) Estrutura pouco desenvolvida no horizonte Bt, de consistência friável a muito friável, geralmente, com valores de atividade da argila após desconto da contribuição da matéria orgânica inferiores a 13 cmol_c/kg de argila;
- 4) Espessura do horizonte B superior a 200 cm;
- 5) Cerosidade pouca e fraca ou mesmo ausente nas observações de campo.

Classificação

Embrapa (1999): ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico latossólico, textura arenosa/média, A moderado, álico ou não.

Soil Taxonomy (Soil..., 1996): Typic Hapludult.

FAO (1994): Haplic Acrisol.

Atributos morfológicos

Horizonte A

O horizonte A pode ser o moderado ou o fraco com cor centrada no matiz 5YR, podendo ocorrer 7,5YR, com relação valor/croma predominantemente 3/4, 4/4 e 4/6. Apresenta classe textural areia e areia-franca, estrutura granular ou em blocos subangulares de fraco grau de desenvolvimento, consistência macia da amostra seca, úmida friável e molhada, não plástica e não pegajosa. São comuns horizontes transicionais AB e BA, geralmente de consistência mais firme em relação ao superficial, originando seqüências A-AB-Bt, A-AB-BA-Bt e mais comumente A-BA-Bt, com o horizonte A de espessura inferior a 25 cm, horizonte Bt iniciando próximo a 50 cm de profundidade e constituído de três subhorizontes até 200 cm da superfície.

Horizonte B

O horizonte A ou AB transiciona-se de maneira gradual e plana para o horizonte BA ou Bt. Este normalmente divide-se em Bt1, Bt2 e Bt3, os quais, apresentam entre si, transição difusa e plana, em geral com coloração vermelho-amarelado, aumentando em croma com a profundidade (5YR 4/5 no Bt1 e 5YR 4/6, 4/8 ou 5/8 no Bt2 e Bt3). A textura é predominantemente franco-argiloarenosa, com aumento do conteúdo de argila em profundidade, embora alguns solos sejam enquadrados como franco-arenosos por todo o horizonte B. A estrutura é do tipo blocos subangulares com tamanho médio e de grau fraco, com consistência úmida friável nos horizontes Bt1 e Bt2, em geral transicionando-se para maciça porosa muito friável no Bt3, assemelhando-se às características dos Latossolos.

Atributos analíticos

Na tabela 9 são apresentados os valores médio, mínimo e máximo absolutos, desvios-padrão e coeficientes de variação para alguns atributos referentes às camadas superficial e subsuperficial dos Podzólicos Vermelho-Amarelos latossólicos da unidade PVLa; observaram-se as seguintes variações:

Granulometria – Os valores médios de argila na camada superficial, 9 dag/kg, e subsuperficial, 20 dag/kg, evidenciam seu considerável aumento em

profundidade. Como descrito para os Latossolos das unidades LVa e LEa, a fração areia grossa é a predominante, com média de 53 e 42 dag/kg na camada superficial e subsuperficial respectivamente, seguida pela areia fina. A fração silte encontra-se em pequenas quantidades, proporcionando uma relação silte/argila geralmente inferior a 0,6 em profundidade, valor típico de solos muito intemperizados.

pH – Os valores médios de pH em H₂O e KCl encontrados na camada subsuperficial, 4,8 e 3,9 respectivamente, indicam tratar-se de solos ácidos. O máximo valor de pH, tanto determinado em água como em KCl, 6,8 e 6,0, respectivamente, estão relacionados a solos epieutróficos submetidos à calagem sob cultivo de café. O valor de pH em KCl no horizonte subsuperficial é inferior àquele determinado em água, indicando a predominância de cargas negativas no complexo coloidal.

Carbono – Os teores médios verificados nas camadas superficial e subsuperficial, 0,5 e 0,4 dag/kg de T.F.S.A. respectivamente, são baixos, embora concordantes com aqueles verificados para outros solos com elevado grau de intemperismo na área estudada.

Soma de bases – Esses solos são submetidos a cultivos freqüentes; em consequência, o valor máximo de 3,4 cmol_c/kg de T.F.S.A., verificado na camada superficial, reflete a influência da aplicação de corretivos e fertilizantes. A média de soma de bases decresce de 1,5 para 0,5 cmol_c/kg entre as camadas superficial e subsuperficial respectivamente, evidenciando o elevado estágio de intemperismo em que se encontram tais solos, sobretudo quando comparados aos Podzólicos abruptos eutróficos, os quais ocupam as maiores extensões da microbacia.

Capacidade de troca de cátions – O valor médio verificado na camada subsuperficial, 7,3 cmol_c/kg de argila após o desconto da contribuição da matéria orgânica, indica tratar-se de solos com baixa atividade coloidal. O máximo valor (13,8) está relacionado a amostras provenientes de um solo álico com predominância dos íons hidrogênio e alumínio na CTC determinada a pH 7.

Saturação por bases – Devido à aplicação de fertilizantes e/ou corretivos, o valor médio de saturação por bases na camada superficial ultrapassa 50%. Portanto, muitos solos dessa classe são epieutróficos e há um significativo decréscimo da saturação em profundidade, como pode ser evidenciado pela média de 18% na camada subsuperficial.

Alumínio trocável e saturação por alumínio – Os valores médios de Al^{3+} trocável da camada superficial e subsuperficial, respectivamente 0,1 e 1,1 cmol_c/kg de T.F.S.A., são relativamente baixos, em especial na camada superficial, em parte decorrente do emprego de corretivos e baixa CTC nessa porção do solo. A despeito dos teores baixos de alumínio em profundidade, esses solos são predominantemente álicos devido à baixa CTC efetiva, a qual é ocupada, sobretudo, com Al^{3+} trocável. Isso é verificado observando-se o valor médio de 67% de saturação por alumínio em 10 amostras do horizonte subsuperficial. No entanto, são comuns nessa classe, solos distróficos; ambos, solos álicos e distróficos, podem apresentar-se como epieutróficos, epidistróficos ou ainda epiálicos, como se pode observar nos valores de saturação por bases e por alumínio das amostras analisadas.

Distribuição espacial e descrição da paisagem

Foram cartografados 205,99 hectares como unidade PVLa1, os quais correspondem a 17,43% dos Podzólicos Vermelho-Amarelos e a 12,68% da área total mapeada.

A maior frequência dos solos da unidade PVLa1 é encontrada nas extremidades norte, noroeste e nordeste da microbacia. Situam-se em relevo plano a ondulado, com declives que variam entre 3 e 15%, freqüentemente abrangendo áreas intermediárias entre os Latossolos nos topos e os Podzólicos abruptos localizados a jusante e em declividades mais acentuadas. Como, em geral, são extensão dos Latossolos na paisagem, os Podzólicos Latossólicos da unidade PVLa1 estão predominantemente cultivados com café.

Variações e inclusões

Alguns solos apresentaram colorações mais avermelhadas a maiores profundidades, com o matiz variando do típico da unidade, 5YR, nos horizontes BA, Bt1 e Bt2, para 4 ou 3,5YR no Bt3.

Com relação às inclusões, foram identificados Podzólicos latossólicos dotados de caráter eutrófico. Outros solos amostrados revelaram teores mais elevados de CTC da argila, geralmente superiores a 18 cmol_c/kg de argila após desconto da contribuição da matéria orgânica. Esses são os Podzólicos que não são intermediários para os Latossolos, embora os horizontes subsuperficiais ainda apresentem-se com consistência friável a firme. Além deles, foram identificados

Latossolos da unidade LVa distribuídos em pequenas extensões e, por isso, foram considerados como inclusões.

Tabela 9. Número de amostras (n), valores mínimo, médio e máximo, desvios-padrão (s) e coeficientes de variação (CV) de alguns atributos do solo referentes às camadas superficial (a) e subsuperficial (b) do PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO LATOSSÓLICO ÁLICO ou DISTRÓFICO A moderado ou fraco textura arenosa/média (Unidade PVLa1).

Atributo	Camada	n	Mínimo	Máximo	Média	s	CV
							---%
Argila ⁽¹⁾	a	10	5	11	9	2,5	28,4
	b	10	17	27	20	3,3	16,5
Silte ⁽¹⁾	a	10	2	7	5	1,6	35,6
	b	10	5	10	7	2,1	29,5
Areia fina ⁽¹⁾	a	10	19	50	34	9,6	28,0
	b	10	22	41	31	6,7	21,6
Areia grossa ⁽¹⁾	a	10	36	70	53	11,0	21,0
	b	10	21	55	42	11,3	26,9
pH H ₂ O	a	10	5,1	6,8	6,1	0,5	8,4
	b	10	3,9	5,8	4,8	0,6	11,8
pH KCl	a	10	3,5	6,0	5,0	0,9	17,0
	b	10	3,6	4,1	3,9	0,2	4,3
Carbono ⁽¹⁾	a	10	0,2	0,7	0,5	0,2	34,4
	b	10	0,2	0,6	0,4	0,1	22,3
Ca ²⁺ ⁽²⁾	a	10	0,1	3,0	1,0	1,0	101,8
	b	10	0,0	0,7	0,2	0,2	105,6
Mg ²⁺ ⁽²⁾	a	10	0,0	0,8	0,3	0,3	102,5
	b	10	0,0	0,3	0,1	0,1	106,9
K ⁺ ⁽²⁾	a	10	0,1	0,3	0,2	0,1	51,5
	b	10	0,03	0,2	0,1	0,05	48,3
Al ³⁺ ⁽²⁾	a	10	0,0	0,8	0,1	0,3	221,2
	b	10	0,2	1,6	1,1	0,5	48,9
H ⁺ ⁽²⁾	a	10	0,1	2,4	1,0	0,7	71,2
	b	10	0,5	2,4	1,3	0,6	44,8
Soma de bases ⁽²⁾	a	10	0,4	3,4	1,5	1,2	79,6
	b	10	0,2	1,1	0,5	0,3	64,3
CTC ⁽³⁾	a	-	-	-	-	-	-
	b	10	1,1	13,8	7,3	3,7	50,6
Saturação por alumínio ⁽⁴⁾	a	10	0	68	12	23,6	202,7
	b	10	37	91	67	18,2	27,4
Saturação por bases ⁽⁴⁾	a	10	10	89	57	27,2	48,0
	b	10	5	28	18	8,9	50,7

⁽¹⁾ dag/kg de T.F.S.A. ⁽²⁾ cmol_c/kg de T.F.S.A. ⁽³⁾ cmol_c/kg de argila após desconto da contribuição da matéria orgânica. ⁽⁴⁾ %.

Atributos agronômicos

São solos com textura arenosa em superfície e com elevado gradiente textural, predominantemente entre o horizonte superficial A e o horizonte BA. Apresentam-se friáveis, com baixa atividade da fração argila, além de possuírem baixos teores de bases trocáveis.

Apesar de não se dispor de dados de porosidade, densidade e taxas de infiltração, os atributos acima permitem supor tratar-se de solos com comportamento hídrico semelhante aos dos latossolos descritos anteriormente, isto é, bastante permeáveis e com baixa capacidade de retenção de umidade. Acredita-se que o maior gradiente textural em relação aos Latossolos, pouco influencia no funcionamento hídrico, devido às características similares dos horizontes superficiais e subsuperficiais entre ambas as classes de solos. No entanto, os Podzólicos Vermelho-Amarelos latossólicos podem estar presentes em condições de elevada declividade do relevo; esse fato, associado à presença de horizontes superficiais mais arenosos e soltos em relação aos Latossolos, torna-os mais suscetíveis aos processos erosivos.

São solos fáceis de serem preparados para o plantio, requerendo máquinas de baixa capacidade para tracionar os implementos agrícolas.

A seguir, são apresentados os resultados morfológicos, analíticos (Tabela 10) e mineralógicos (Figura 4) do perfil representativo dos Podzólicos Vermelho-Amarelos latossólicos da região.

PERFIL 1.594 (*Bertolani et al., 2000*)

Classificação segundo Camargo et al. (1987) e Oliveira et al. (1992): PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO LATOSSÓLICO ÁLICO A moderado textura arenosa/média.

Classificação segundo Embrapa (1999): ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico latossólico, textura arenosa/média, A moderado, álico.

Localização: Folha Topográfica de Garça. Coordenadas UTM: 630,825 km E e 7.544,980 km N.

Situação e declividade: trincheira descrita no terço superior da vertente com 4% de declividade.

Altitude: 670 metros.

Litologia: arenito do Grupo Bauru, Formação Marília.

Relevo: local e regional - suave ondulado.

Erosão: laminar.

Vegetação original: floresta latifoliada tropical.

Uso atual: pastagem.

Descrito e coletado por Marcio Rossi e Maurício Rizzato Coelho.

Descrição morfológica

Ap 0-15 cm: bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4, úmido); areia-franca; fraca média granular; muito friável, não plástica e não pegajosa; transição ondulada e clara.

BA 15-45 cm: vermelho-amarelado (5YR 3/6, úmido); franco-argiloarenosa; fraca média blocos subangulares; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.

Bt1 45-70 cm: vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmido); franco-argiloarenosa; fraca média blocos subangulares; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição difusa e plana.

Bt2 70-100 cm: vermelho-amarelado (5YR 4/8, úmido); franco-argiloarenosa; fraca média blocos subangulares, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e difusa

Bt3 100-160 cm⁺: vermelho-amarelado (5YR 4/8, úmido); franco-argiloarenosa; maciça porosa; muito friável, não plástica e não pegajosa.

Observação: Raízes abundantes nos horizontes A e BA, comuns no Bw1 e Bw2 e poucas no horizonte Bw3.

Tabela 10. Resultados analíticos do PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO LATOSSÓLICO ÁLICO A moderado textura arenosa/média - perfil 1.594.

Atributos	Espessura (cm)				
	0-15	15-45	45-70	70-100	100-160 +
Horizontes	Ap	BA	Bt1	Bt2	Bt3
Argila ⁽¹⁾	11	20	23	22	23
Silte ⁽¹⁾	4	7	7	6	7
Areia fina ⁽¹⁾	27	30	24	28	24
Areia grossa ⁽¹⁾	58	43	46	44	46
Silte/argila	0,6	0,3	0,3	0,3	0,3
pH H ₂ O	5,4	5,1	5,1	4,8	4,8
pH KCl	4,5	4,2	4,2	4,0	4,0
Δ pH	-0,9	-0,9	-1,1	-0,8	-0,8
Ca ⁽²⁾	0,3	0,2	0,3	0,1	0,0
Mg ⁽²⁾	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0
K ⁽²⁾	0,11	0,05	0,02	0,03	0,02
Na ⁽²⁾	0,00	0,03	0,01	0,01	0,01
S ⁽²⁾	0,6	0,5	0,4	0,1	0,0
Al ⁽²⁾	0,2	1,4	1,9	1,9	1,9
H ⁽²⁾	1,3	1,9	1,3	1,3	1,0
CTC ⁽²⁾	2,1	3,7	3,6	3,3	2,9
CTC da argila ⁽³⁾	-	-	9,8	10,9	8,7
V ⁽⁴⁾	29	13	12	4	1
m ⁽⁴⁾	25	74	82	93	98
C ⁽¹⁾	0,6	0,6	0,3	0,2	0,2

⁽¹⁾ dag/kg de T.F.S.A. ⁽²⁾ cmol_c/kg de T.F.S.A. ⁽³⁾ cmol_c/kg de argila após o desconto da contribuição da matéria orgânica. ⁽⁴⁾ %.

Mineralogia da fração argila

A figura 4 apresenta os difratogramas de raios X da fração argila desferrificada referentes ao horizonte Bt1 do perfil 1.594. Nota-se a predominância de caulinita (C) com os reflexos definidos a 0,72 e 0,36 nm, os quais desaparecem no tratamento com potássio aquecido a 550 °C. Mica (Mi) é outro mineral silicatado presente, identificado pelos reflexos a 1,0; 0,5 e 0,33 nm, os quais são intensificados naquele tratamento. Os espaçamentos interplanares de 0,48 e 0,43 nm que desaparecem quando a amostra é aquecida, referem-se à gibbsita (Gi), mineral geralmente presente nos solos muito intemperizados. Vermiculita com Al-

hidróxi nas entrecamadas (VHE) é outro mineral comum nesses solos intemperizados devido à sua estabilidade estrutural. Finalmente, o dióxido de titânio anatásio (An), aparece no espaçamento interplanar de 0,35 nm quando a amostra é saturada com potássio e aquecida a 550 °C.

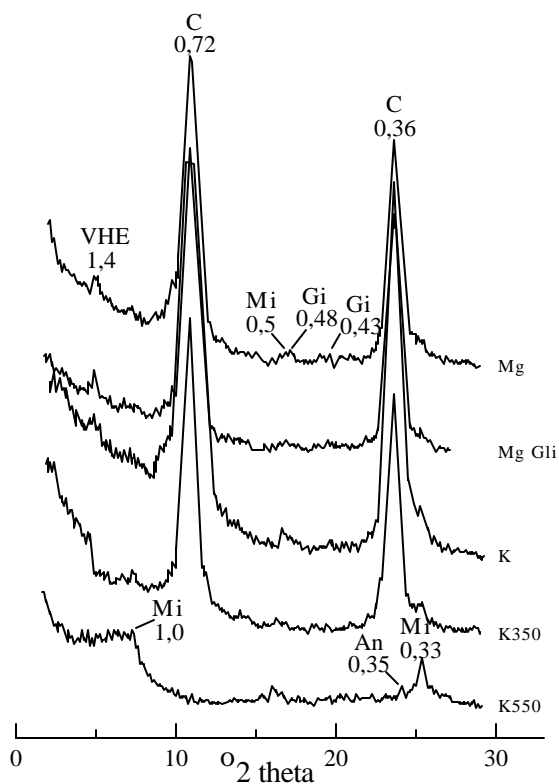


Fig. 4. Difrátogramas de raios X da fração argila desferrificada do perfil 1.594 (horizonte Bt1). A identificação de cada difratograma refere-se à amostra saturada com magnésio (Mg), com magnésio + etileno glicol (Mg Gli), saturada com potássio à temperatura ambiente (K), com potássio e aquecida a 350 °C (K350) e finalmente, com potássio e aquecida a 550 °C (K550). Minerais identificados: C = caulinita; Gi = gibbsita; Mi = mica; VHE = vermiculita com Al-hidróxi nas entrecamadas; An = anatásio. Espaçamento interplanar em nanômetros (nm).

Associação de PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO e PODZÓLICO VERMELHO-ESCURO ambos LATOSSÓLICOS ÁLICOS ou DISTRÓFICOS A moderado ou fraco textura arenosa/média (Unidade PVLa2)

a) 1.º Componente: PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO LATOSSÓLICO ÁLICO ou DISTRÓFICO A moderado ou fraco textura arenosa/média.

Conceito da classe

Esses solos são semelhantes morfológica e analiticamente àqueles da unidade PVLa1, apresentando mesmo conceito, classificação e variações dos atributos morfológicos em relação aos solos daquela unidade.

b) 2.º Componente: PODZÓLICO VERMELHO-ESCURO LATOSSÓLICO ÁLICO ou DISTRÓFICO A moderado ou fraco textura arenosa/média.

Conceito da classe

O conceito da classe é semelhante àquele descrito para os Podzólicos Vermelho-Amarelos latossólicos da unidade PVLa1, diferindo-se pela coloração do horizonte B, ou seja, são mais avermelhados, com o matiz centrado no 3,5 e 2,5YR, enquanto nos Podzólicos Vermelho-Amarelos predominam o matiz 5YR.

Classificação

Embrapa (1999): ARGISSOLO VERMELHO ou VERMELHO-AMARELO ambos Distróficos latossólicos, textura arenosa/média, A moderado ou fraco, álicos ou não.

Soil Taxonomy (Soil..., 1996): Typic Hapludult.

FAO (1994): Haplic Acrisol.

Atributos morfológicos

Horizonte A

O horizonte A pode ser o moderado ou o fraco, com cor centrada no matiz 5YR e relação valor/croma predominantemente 4/4 e 4/6. Apresenta classe textural areia e areia-franca, estrutura granular ou em blocos subangulares de fraco grau de desenvolvimento, consistência seca macia, úmida friável e consistência molhada não plástica e não pegajosa.

São comuns horizontes transicionais AB e BA, originando seqüências A-AB-Bt, A-AB-BA-Bt e mais comumente A-BA-Bt, em geral com o horizonte A de espessura não superior a 25 cm e horizonte Bt iniciando aproximadamente a 50 cm de profundidade.

Horizonte B

O horizonte A ou AB transiciona-se de maneira gradual e plana para o horizonte BA ou Bt. Este normalmente se subdivide em Bt1, Bt2 e Bt3 até 200 cm de profundidade, os quais apresentam, entre si, transição difusa e plana, geralmente com cor variando em matiz de 3,5 a 2,5YR e relação valor/croma de 4/6 no horizonte Bt1, passando para 4/8 nos horizontes Bt2 e Bt3.

A textura é predominantemente franco-argiloarenosa, com aumento do conteúdo de argila em profundidade. A estrutura é do tipo blocos subangulares com tamanho médio e de grau fraco, com consistência úmida friável nos horizontes Bt1 e Bt2, em geral transicionando-se para maciça porosa muito friável no Bt3, assemelhando-se às características dos Latossolos.

Unidade PVL2

Devido à similaridade entre os Podzólicos Vermelho-Amarelos e Vermelho-Escuros latossólicos, as considerações seguintes serão analisadas conjuntamente para ambas as classes de solos.

Atributos analíticos

Na tabela 11 são apresentados os valores médio, mínimo e máximo absolutos, desvios-padrão e coeficientes de variação para alguns atributos do solo referentes à camada superficial e subsuperficial dos Podzólicos Vermelho-Amarelos e Vermelho-Escuros latossólicos da unidade PVLa2; observaram-se as seguintes variações:

Granulometria – Os solos apresentam textura binária arenosa/média, como se pode notar pela média de 9 dag/kg referente à fração argila na camada superficial e 23 dag/kg para a camada subsuperficial. A areia grossa, com valor médio de 45 dag/kg em superfície, é a fração mais importante nessa camada, seguida pela areia fina. Essa relação inverte em profundidade, havendo predominância de areia fina (média de 39 dag/kg) em relação à areia grossa (média de 31 dag/kg). A participação do silte é pequena, em média apenas de 5 dag/kg na camada superficial e de 7 na subsuperficial.

pH – Os valores médios de pH em H₂O e KCl, determinados na camada superficial, são de 5,0 e 3,7 respectivamente, indicando tratar-se de solos ácidos.

Carbono – O teor médio de carbono na camada superficial, 0,5 dag/kg de T.F.S.A., é baixo, decrescendo para apenas 0,3 dag/kg na camada subsuperficial. Os menores teores de carbono em superfície, geralmente, estão relacionados aos solos com os menores conteúdos de argila nessa camada, bem como aos solos que apresentam horizonte A do tipo fraco.

Soma de bases – Os valores de soma de bases são baixos tanto em superfície como em subsuperfície, evidenciando o baixo potencial nutricional desses solos.

Capacidade de troca de cátions – O valor médio verificado na camada subsuperficial, 9,0 cmol_c/kg de argila após o desconto da contribuição da matéria orgânica, indica tratar-se de solos muito intemperizados e, portanto, com baixa atividade coloidal, tal como relatado para os Latossolos das unidades LVa e LEa.

Saturação por bases – São baixos os valores de saturação por bases tanto em superfície como em subsuperfície, com médias de 26 e 23% respectivamente naquelas camadas.

Alumínio trocável e saturação por alumínio – Os valores médios de Al^{3+} trocável da camada superficial e subsuperficial, respectivamente 0,4 e 1,1 cmol_c/kg de T.F.S.A., são relativamente baixos, em especial na camada superficial, talvez devido à aplicação de corretivos, uma vez que essas áreas são predominantemente cultivadas com cafezais. Embora os teores de Al^{3+} sejam baixos, os valores mínimos e máximos de saturação por alumínio, respectivamente 43 e 86% na camada subsuperficial, indicam que esses solos podem ser álicos ou distróficos, porém predominando os primeiros.

Distribuição espacial e descrição da paisagem

Apenas um delineamento localizado a oeste da microbacia foi identificado como pertencente à unidade PVLa2. Os solos dessa unidade distribuem-se por apenas 17,80 ha, o que corresponde a 1,51% dos Podzólicos Vermelho-Amarelos e a 1,10% de toda a área mapeada. Ocorrem em relevo predominantemente suave ondulado, em altitudes que variam entre 600 e 630 metros. Devido à planura da superfície e maior altitude relativa, a qual reduz os riscos de geadas, os locais sob domínio dos solos da unidade PVLa2 são predominantemente cultivados com café, não restando áreas preservadas com vegetação nativa, havendo, portanto, necessidade de reflorestamento em áreas específicas a fim de se cumprirem a legislação atual.

Variações e inclusões

Não foram identificadas variações nessa unidade de mapeamento. Com relação às inclusões, restritas áreas foram observadas com solos dotados de maior conteúdo de argila no horizonte superficial em relação ao típico da unidade, condicionando um menor gradiente textural entre o horizonte superficial e o subsuperficial, semelhante aos Latossolos da unidade LEa e LVa.

Atributos agronômicos

São solos de fácil preparo para o plantio devido, predominantemente, à textura arenosa em superfície. Apresentam baixo potencial nutricional para as plantas cultivadas, necessitando de adubações e calagens para se obter boas produtividades. Os demais atributos agronômicos concernentes aos Podzólicos latossólicos da unidade PVLa1, podem ser enunciados aos solos da unidade PVLa2, em vista da similaridade entre eles.

Devido à pequena distribuição espacial e às semelhanças morfológica, analítica e mineralógica desses solos em relação aos Podzólicos latossólicos descritos para a unidade PVLa1, não será descrito o perfil representativo do Podzólico Vermelho-Escuro latossólico.

Tabela 11. Número de amostras (n), valores mínimo, médio, máximo, desvios-padrão (s) e coeficientes de variação (CV) de alguns atributos do solo referentes às camadas superficial (a) e subsuperficial (b) do PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO e PODZÓLICO VERMELHO-ESCURO ambos LATOSSÓLICOS ÁLICOS ou DISTRÓFICOS A moderado ou fraco textura arenosa/média (Unidade PVLa2)

Atributo	Camada	n	Mínimo	Máximo	Média	s	CV
							-%-
Argila ⁽¹⁾	a	4	8	10	9	1,41	15,7
	b	4	21	24	23	1,3	5,7
Silte ⁽¹⁾	a	4	5	6	5	0,7	12,9
	b	4	5	8	7	1,3	19,9
Areia fina ⁽¹⁾	a	4	39	42	41	2,2	5,3
	b	4	36	41	39	2,2	5,7
Areia grossa ⁽¹⁾	a	4	42	48	45	4,3	9,5
	b	4	30	33	31	1,4	4,6
pH H ₂ O	a	4	5,0	5,0	5,0	0,0	0,0
	b	4	4,3	4,8	4,6	0,2	5,2
pH KCl	a	4	3,7	3,7	3,7	0,0	0,0
	b	4	3,6	3,8	3,7	0,1	2,6
Carbono ⁽¹⁾	a	4	0,3	0,6	0,5	0,2	47,2
	b	4	0,2	0,3	0,3	0,1	23,1
Ca ²⁺ ⁽²⁾	a	4	0,1	0,8	0,5	0,3	58,9
	b	4	0,1	0,6	0,3	0,2	68,2
Mg ²⁺ ⁽²⁾	a	4	0,0	0,2	0,1	0,2	141,4
	b	4	0,0	0,2	0,1	0,1	127,7
K ⁺ ⁽²⁾	a	4	0,05	0,1	0,08	0,04	47,2
	b	4	0,04	0,1	0,1	0,04	40,0
Al ³⁺ ⁽²⁾	a	4	0,3	1,0	0,4	0,3	67,3
	b	4	0,3	1,6	1,1	0,6	56,0
H ⁺ ⁽²⁾	a	4	0,7	2,1	1,5	0,6	40,0
	b	4	0,6	1,1	0,8	0,2	27,0
Soma de bases ⁽²⁾	a	4	0,3	1,1	0,6	0,4	61,5
	b	4	0,2	0,8	0,5	0,2	45,9
CTC ⁽³⁾	a	-	-	-	-	-	-
	b	4	7,4	10,2	9,0	1,2	12,9
Saturação por alumínio ⁽⁴⁾	a	4	40	67	48	12,8	26,9
	b	4	43	86	61	20,2	33,2
Saturação por bases ⁽⁴⁾	a	4	12	40	26	12,3	47,9
	b	4	10	31	23	9,7	41,8

⁽¹⁾ dag/kg de T.F.S.A. ⁽²⁾ cmol_c/kg de T.F.S.A. ⁽³⁾ cmol_c/kg de argila após desconto da contribuição da matéria orgânica. ⁽⁴⁾ %.

PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO ABRUPTO ÁLICO ou DISTRÓFICO Tb A moderado ou fraco textura arenosa/média (Unidade PVaba)

Conceito da classe

Os Podzólicos, em geral, são solos minerais não hidromórficos que podem apresentar um horizonte A ou E seguido de horizonte B textural não plântico; este podendo ser de argila de atividade alta ou baixa, com pelo menos 7,5 cm de espessura quando de textura média e imediatamente abaixo de um horizonte A fraco, moderado, proeminente ou chernozêmico. Quando a atividade da argila do horizonte B é baixa, o horizonte A pode ser de qualquer tipo, exceto turfoso; quando é alta, porém, ficam excluídos o A chernozêmico e o húmico, devido ao conjunto de características diferenciais pertinentes às outras classes de solos. Solos com drenagem deficiente não apresentam horizonte glei acima ou mesmo coincidente com a parte superior do horizonte B textural (Oliveira et al., 1992).

Os Podzólicos abruptos da unidade PVaba apresentam os seguintes atributos específicos em relação à classe dos solos genericamente identificados como Podzólicos:

- 1) Argila de atividade baixa;
- 2) Caráter álico ou distrófico;
- 3) Horizonte A moderado ou fraco de textura predominantemente areia com espessura, em geral, inferior a 20 cm assente sobre horizonte E; este pode ser álbico ou não e de textura semelhante ao A;
- 4) Caráter abrupto, com relação textural B/E muitas vezes excedendo três unidades; em alguns solos, ocorrem relações próximas a 8;
- 5) Espessura do horizonte A + E geralmente próxima a 60 cm, podendo atingir 130 cm de profundidade em alguns solos; também são freqüentes espessuras inferiores a 50 cm para esses horizontes;
- 6) Textura média, estrutura e cerosidade moderadamente desenvolvidas no horizonte B, que apresenta coloração bruno-avermelhada e vermelho-amarelada, com matiz centrado no 5YR;

7) Consistência predominantemente dura, firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa nos horizontes subsuperficiais.

Classificação

Embrapa (1999): ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico arênico ou não arênico ou espessoarênico ou não espessoarênico abruptico, textura arenosa/média, A moderado ou fraco, álico ou não.

Soil Taxonomy (Soil..., 1996): Arenic Hapludult.

FAO (1994): Haplic Acrisol.

Atributos morfológicos

Horizontes A e E

Com espessura variável de 30 a 140 cm em casos extremos, com predominância dos solos com horizontes A + E variando entre 60 e 70 cm de profundidade. As menores espessuras geralmente estão relacionadas a processos erosivos intensos, comuns nos solos dessa unidade. O horizonte E pode ser álbico ou não, freqüentemente apresentando coloração bruno-avermelhado (5YR 5/4), bruno-amarelado (5YR 5/6) e bruno (7,5YR 5/4). O horizonte A, na maioria das vezes, é de espessura inferior a 20 cm e com cores de menor croma em relação ao horizonte E subjacente devido à matéria orgânica. Assim, suas cores mais comuns são bruno-avermelhado (5YR 4/4), vermelho-amarelado (5YR 4/6) e bruno (7,5YR 4/4 e 4/6).

A estrutura é, em geral, granular de tamanho pequeno e grau fraco no horizonte A, enquanto no horizonte E freqüentemente é descrita como grãos simples. A consistência da amostra seca é solta, da amostra úmida, muito friável, e não plástica e, não pegajosa para as amostras molhadas.

São freqüentes no horizonte E as chamadas bandas onduladas que se caracterizam por faixas de espessura variável (1 a 5 cm), comumente estendendo-se em formas onduladas em relação à superfície do terreno e de coloração mais avermelhada, quando comparada ao horizonte E. Segundo Castro (1989), essas bandas são devidas a fenômenos de iluviação, uma vez que nelas domina o plasma cutânico, tal como identificado nas suas observações micromorfológicas. No entanto, a autora acrescenta que outros fenômenos podem estar envolvidos na sua gênese.

Horizonte B

O horizonte E transiciona-se abruptamente para o Bt e, em geral, subdivide-se em horizontes Bt1, Bt2 e Bt3 quando avaliados até 200 cm de profundidade. A textura mais comum é a franco-argiloarenosa, com aumento do conteúdo de argila em profundidade. Em alguns solos, observam-se sinais de hidromorfismo no topo do Bt1, evidenciados pela presença de mosqueados em associação aos tons acinzentados do matiz.

A cor mais comum está centrada no matiz 5YR, com valor/croma de 4/6 no horizonte Bt1 e 4/8 nos horizontes Bt2 e Bt3.

A estrutura do horizonte B é do tipo blocos subangulares de tamanho predominantemente médio e de grau moderado, em geral, gradando para fraco nos horizontes mais profundos. A consistência da amostra seca é dura, da úmida é firme e da molhada, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

Atributos analíticos

Na tabela 12 são apresentados os valores médio, mínimo e máximo absolutos, desvios-padrão e coeficientes de variação para alguns atributos referentes às camadas superficial e subsuperficial dos Podzólicos abruptos da unidade PV_{aba}.

Granulometria – Os solos dessa unidade apresentam apreciável diferença textural entre os horizontes A ou E e o topo do horizonte B. Enquanto na camada superficial a textura é areia, com teor médio de argila em torno de 7 dag/kg de T.F.S.A, na subsuperficial é franco-argiloarenosa, com teor de argila em torno de 27 dag/kg. A areia fina, com valores médios de 45 e 36 dag/kg respectivamente na camada superficial e subsuperficial, é a fração mais abundante, seguida pela areia grossa (média de 41 e 30 dag/kg de T.F.S.A.).

pH – Os valores médios de pH em H₂O e KCl verificados para a camada subsuperficial, respectivamente 4,9 e 3,8, identificam solos ácidos.

Carbono – O teor de carbono é baixo mesmo em superfície, com média de 0,6 dag/kg, decrescendo para apenas 0,3 dag/kg, em média, no horizonte subsuperficial. O máximo valor, 1,7 dag/kg, corresponde à amostra obtida nos 10 cm superficiais de um solo cultivado com café.

Soma de bases – Os valores médios de somas de bases, tanto na camada superficial como na subsuperficial, 0,8 e 0,7 cmol_c/kg de T.F.S.A. respectivamente, indicam tratar-se de solos com baixo conteúdo de cátions trocáveis. O máximo valor, 1,5 cmol_c/kg , corresponde ao de uma amostra superficial obtida de um solo cultivado com café, a qual apresenta o maior conteúdo de Ca^{2+} e Mg^{2+} , possivelmente relacionados à prática de calagem realizada com frequência nos cafezais.

Capacidade de troca de cátions – O valor médio para a CTC da fração argila após o desconto da contribuição da matéria orgânica, foi de 8,9 cmol_c/kg de argila para a camada subsuperficial, indicando tratarem-se de solos com baixa atividade da argila.

Saturação por bases – Na camada subsuperficial, o valor médio foi 18%, o máximo 37% e o mínimo 8%, evidenciando o caráter distrófico e álico dessa classe de solos. No horizonte superficial, o valor médio foi superior (em torno de 30% e o máximo 57%), sugerindo a predominância de solos epidistróficos e a existência de solos epieutróficos.

Alumínio trocável e saturação por alumínio – Os teores médios de Al^{3+} trocável são baixos em superfície, com média de 0,3 cmol_c/kg de T.F.S.A, aumentando significativamente em profundidade para 1,8 cmol_c/kg , devido, parcialmente, ao maior conteúdo de argila e à pequena influência dos corretivos nessa porção do solo. Valores elevados em subsuperfície, como se pode observar pelo máximo teor de 2,9 cmol_c/kg , geralmente relacionam-se aos solos com os maiores conteúdos de H^+ e valores de saturação por alumínio da unidade. Nessa mesma camada, o valor médio de saturação por alumínio foi de 72%, com o máximo de 86% e o mínimo de 30%. Os valores médios em subsuperfície e superfície evidenciam a predominância de solos álicos nesta classe de solos e a ocorrência, embora pouco expressiva, de solos epiálicos.

Distribuição espacial e descrição da paisagem

Os Podzólicos Vermelho-Amarelos abruptos ocupam as maiores extensões na Folha. Dentre eles, os solos desta unidade (PVaba) estão distribuídos por 92,54 hectares, representando 7,83% dos Podzólicos e 5,70% da área total mapeada. Juntamente com os Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos (unidade PVabe), os álicos e distróficos (unidade PVaba) representam 59,0% da Folha. Geralmente

sucedem os Podzólicos Vermelho-Amarelos Latossólicos álicos ou distróficos no sentido da vertente, em relevos que variam de suave ondulado a ondulado. Nas áreas mais planas, os Podzólicos Vermelho-Amarelos abruptos são predominantemente cultivados com café, substituído por pastagens com o aumento da declividade, quer pelo baixo potencial nutricional, quer pela elevada suscetibilidade à erosão nessas condições. Em poucas e pequenas áreas constatou-se o cultivo de maracujá.

Variações e inclusões

Foram registrados como variação, solos com caráter abrupto, porém destituídos de horizonte E. Outros, ainda, mostram um horizonte transicional EB de coloração mais avermelhada e com teores mais elevados de argila em relação ao horizonte E, reduzindo, assim, a relação textural B/E, mantendo-se, porém, seu caráter abrupto.

Com relação às inclusões, identificaram-se Solos Podzólicos Vermelho-Amarelos abruptos eutróficos, característicos aos da unidade PV_{abe}.

Atributos agronômicos

Atributo de grande importância agronômica é a mudança textural abrupta que se caracteriza pela presença de apreciável diferença textural entre o topo do horizonte Bt e o suprajacente. Solos com esse atributo costumam apresentar sérias limitações quanto à erodibilidade. Manfredini & Queiroz Neto (1993) argumentando sobre o comportamento hídrico das diferentes coberturas pedológicas da região de Marília, salientam que os Latossolos dos topos apresentam drenagem vertical muito forte, com taxas de infiltração básica superiores a 200 mm/hora, enquanto os solos com B textural e abruptos apresentam drenagem vertical bastante diminuída pela estrutura mais compacta, com taxas de infiltração básica no máximo de 75 mm/hora. Resultados similares foram obtidos por Bertolani (1998), os quais são evidenciados no quadro 6. Segundo os autores, o horizonte Bt representa um bloqueio para a circulação vertical, facilitando a circulação lateral de água acima da transição E/Bt, configurando um “lençol suspenso”, sobretudo na estação chuvosa. Oliveira & Menk (1999) explicam mais detalhadamente os mecanismos responsáveis pelo comportamento dos Podzólicos abruptos: há uma diminuição acentuada da macroporosidade no horizonte Bt, com conseqüente aumento da microporosidade. A diminuição da macroporosidade reflete-se na diminuição da permeabilidade

interna. Tal fato determina o acentuado aumento da erodibilidade dos Podzólicos abruptos, sendo a diminuição da porosidade interna, a partir do horizonte B textural, promove condições de reduzida aeração entre a base do horizonte E e o topo do horizonte Bt nos períodos chuvosos, a qual, pode ser perniciosa para as culturas mais sensíveis. No entanto, os autores acrescentam que em períodos de veranico, tal condição pode ser vantajosa, visto que determinadas plantas podem se beneficiar da maior disponibilidade de água existente. Isso se deve à descontinuidade de poros entre o horizonte E e o topo do Bt, simulando o mesmo efeito promovido por uma cobertura morta, impedindo a movimentação da água por capilaridade e a evaporação na superfície do terreno, beneficiando, desse modo, as plantas cujas raízes alcançam essa porção do solo.

Além da fragilidade desses solos aos processos de erosão linear, os Podzólicos abruptos da unidade PV_{aba} são de baixo potencial nutricional, podendo, os teores de alumínio trocável, alcançar índices de toxicidade às plantas cultivadas.

Como características positivas pode-se salientar o fácil preparo para plantio em virtude da textura grosseira do horizonte superficial, além de proporcionar maior resistência das plantas cultivadas ao déficit hídrico em condições de veranico prolongado, quando comparados aos Latossolos e aos Solos Podzólicos destituídos do caráter abrupto.

Tabela 12. Número de amostras (n), valores mínimo, médio e máximo, desvios-padrão (s) e coeficientes de variação (CV) de alguns atributos do solo referentes às camadas superficial (a) e subsuperficial (b) do PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO ABRUPTO ÁLICO ou DISTRÓFICO Tb A moderado ou fraco textura arenosa/média (unidade PV_{aba}).

Atributo	Camada	n	Mínimo	Máximo	Média	s	CV
							--%--
Argila ⁽¹⁾	a	10	5	9	7	1,4	20,6
	b	11	23	31	27	2,9	11,0
Silte ⁽¹⁾	a	10	4	10	7	1,8	25,8
	b	11	5	9	7	1,2	17,5
Areia fina ⁽¹⁾	a	10	38	51	45	4,4	9,8
	b	11	27	46	36	6,5	17,9
Areia grossa ⁽¹⁾	a	10	34	51	41	5,7	13,9
	b	11	21	45	30	8,2	27,1
pH H ₂ O	a	10	4,5	6,2	5,5	0,6	10,8
	b	11	4,3	5,5	4,9	0,4	8,0
pH KCl	a	10	3,5	5,2	4,3	0,6	13,3
	b	11	3,6	4,1	3,8	0,2	4,1
Carbono ⁽¹⁾	a	10	0,3	1,7	0,6	0,4	64,0
	b	11	0,2	0,5	0,3	0,1	25,6
Ca ²⁺ ⁽²⁾	a	10	0,1	1,2	0,4	0,3	78,4
	b	11	0,0	0,9	0,3	0,3	84,7
Mg ²⁺ ⁽²⁾	a	10	0,0	0,2	0,1	0,07	70,7
	b	11	0,0	0,3	0,1	0,1	100,0
K ⁺ ⁽²⁾	a	10	0,03	0,4	0,2	0,1	61,0
	b	11	0,03	0,3	0,2	0,1	50,4
Al ³⁺ ⁽²⁾	a	10	0,0	0,8	0,3	0,3	110,1
	b	11	1,1	2,9	1,8	0,6	32,6
H ⁺ ⁽²⁾	a	10	1,0	3,5	1,6	0,8	52,0
	b	11	1,0	2,1	1,5	0,3	20,8
Soma de bases ⁽²⁾	a	10	0,3	1,5	0,8	0,4	46,1
	b	11	0,3	1,2	0,7	0,3	43,8
CTC ⁽³⁾	a	-	-	-	-	-	-
	b	11	2,7	12,4	8,9	3,2	36,2
Saturação por alumínio ⁽⁴⁾	a	10	0	75	26	27,5	104,1
	b	11	30	86	72	10,6	14,5
Saturação por bases ⁽⁴⁾	a	10	11	57	31	16,2	51,7
	b	11	8	37	18	7,2	43,5

⁽¹⁾ dag/kg de T.F.S.A. ⁽²⁾ cmol_c/kg de T.F.S.A. ⁽³⁾ cmol_c/kg de argila após o desconto da contribuição da matéria orgânica. ⁽⁴⁾ %.

A descrição morfológica, os dados analíticos (Tabela 13) e mineralógicos referentes ao perfil representativo do Podzólico Vermelho-Amarelo abrupto álico da unidade PV_{aba} são mostrados a seguir.

PERFIL 1.590

Classificação segundo Camargo et al. (1987) e Oliveira et al. (1992): PODZÓLICO VERMELHO AMARELO ABRUPTO ÁLICO Tb A moderado textura arenosa/média.

Classificação segundo Embrapa (1999): ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico arênico abrupto, textura arenosa/média, A moderado, álico.

Localização: Microbacia da Água Três Unidos. Coordenadas UTM: 604,321 km E e 7.542,994 km N.

Situação e declividade: trincheira descrita no terço superior da vertente com declividade média de 12%.

Altitude: 622 metros.

Litologia: arenito do Grupo Bauru, Formação Marília.

Relevo: Local e regional - ondulado.

Erosão: em sulcos.

Vegetação original: floresta latifoliada tropical.

Uso atual: pastagem.

Drenagem: excessivamente drenado nos horizontes A e E e moderadamente drenado no B.

Descrito e coletado por Fernando Cesar Bertolani e João Roberto Ferreira Menk.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A 0-22 cm; bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmido); areia-franca; fraca muito pequena granular; friável, não plástica e não pegajosa; transição plana e clara.

E 22-60 cm: bruno-avermelhado (5YR 5/4, úmido); areia-franca; fraca média e grande blocos subangulares, desfazendo-se em grão simples; muito friável, não plástica e não pegajosa; transição ondulada e abrupta.

Bt1 60-120 cm: vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmido); franco-argiloarenosa; moderada média blocos subangulares; cerosidade comum e moderada; muito firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.

Bt2 120-161 cm: vermelho-amarelado (5YR 4/8, úmido); franco-argiloarenosa; moderada a fraca média blocos subangulares; cerosidade pouca e fraca; firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição difusa e plana.

Bt3 161-200 cm⁺: vermelho-amarelado (5YR 4/8, úmido); franco-argiloarenosa; fraca média blocos subangulares; cerosidade pouca e fraca; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

Observação: Raízes comuns nos horizontes A e E, poucas nos horizontes Bt1 e Bt2.

Mineralogia da fração argila

A figura 5 apresenta os difratogramas de raios X da fração argila desferificada referente ao horizonte Bt3 do perfil 1.590. Observa-se a predominância de caulinita (C) com seus reflexos definidos a 0,72 e 0,36 nm, os quais desaparecem no tratamento com potássio aquecido a 550 °C. Mica (Mi) é outro mineral silitacato presente, identificado pelos reflexos a 1,0; 0,5 e 0,33 nm, que são intensificados naquele tratamento. O mineral anatásio (An) aparece no espaçamento interplanar de 0,35 nm quando a amostra é saturada com potássio e aquecida a 550 °C. Comparativamente aos Latossolos e Podzólicos latossólicos, o perfil aqui descrito não apresenta gibbsita e vermiculita com Al-hidróxi nas entrecamadas. No entanto, os reflexos referentes à mica são mais intensos no Podzólico abrupto, possivelmente relacionados à maior proporção e/ou melhor cristalinidade deste mineral na sua fração argila quando comparado àqueles solos.

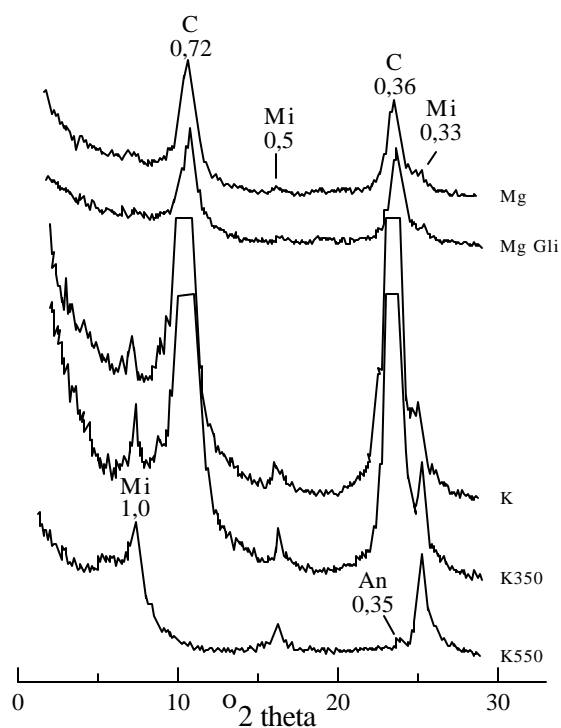


Fig. 5. Difratomogramas de raios X da fração argila desferrificada do perfil 1.590 (horizonte Bt3). A identificação de cada difratograma refere-se à amostra saturada com magnésio (Mg), com magnésio + etileno glicol (Mg Gli), saturada com potássio à temperatura ambiente (K), com potássio e aquecida a 350 °C (K350) e finalmente, com potássio e aquecida a 550 °C (K550). Minerais identificados: C = caulinita; Mi = mica; An = anatásio. Espaçamento interplanar em nanômetros (nm).

Tabela 13. Resultados analíticos do PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO ABRUPTO ÁLICO Tb A moderado textura arenosa/média - perfil 1.590.

Atributos	Espessura (cm)				
	0-22	22-60	60-120	120-161	161-200+
Horizontes	A	E	Bt1	Bt2	Bt3
Argila ⁽¹⁾	7	7	30	26	23
Silte ⁽¹⁾	10	23	9	9	10
Areia fina ⁽¹⁾	46	26	39	43	42
Areia grossa ⁽¹⁾	37	44	22	22	25
Silte/argila	1,4	3,2	0,3	0,3	0,4
pH H ₂ O	5,7	5,8	5,4	5,4	5,2
pH KCl	4,4	4,6	4,1	4,0	4,2
ΔpH	-1,3	-1,8	-1,3	-1,4	-1,0
Ca ⁽²⁾	0,4	0,6	0,9	0,8	0,5
Mg ⁽²⁾	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1
K ⁽²⁾	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03
Na ⁽²⁾	0,00	0,01	0,04	0,01	0,01
S ⁽²⁾	0,5	0,7	1,1	1,0	0,6
Al ⁽²⁾	0,3	0,2	2,3	2,3	2,1
H ⁽²⁾	1,0	0,4	1,4	1,0	0,9
CTC ⁽²⁾	1,8	1,3	4,9	4,3	3,6
CTC ⁽³⁾	-	-	11,8	13,1	11,7
V ⁽⁴⁾	29	55	24	24	18
m ⁽⁴⁾	36	22	66	69	77
C ⁽¹⁾	1,0	0,2	0,3	0,2	0,2

⁽¹⁾ dag/kg de T.F.S.A. ⁽²⁾ cmol_e/kg de T.F.S.A. ⁽³⁾ cmol_e/kg de argila após desconto da contribuição da matéria orgânica. ⁽⁴⁾ %.

***PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO ABRUPTO EUTRÓFICO
Tb A moderado ou fraco textura arenosa/média (Unidade
PVabe)***

Conceito da classe

Os solos desta unidade são morfologicamente semelhantes aos da unidade PVaba, diferindo apenas os atributos químicos: enquanto os solos da unidade PVaba

mostram-se álicos ou distróficos, os desta unidade são predominantemente eutróficos, portanto, de maior potencial nutricional. Assim, apresentam as seguintes características, além daquelas já descritas para a classe dos Podzólicos:

- 1) Argila de atividade baixa;
- 2) Caráter eutrófico;
- 3) Horizonte A moderado ou fraco de textura predominantemente areia, com espessura inferior a 20 cm assente sobre horizonte E; este pode ser álbico ou não, e de textura semelhante ao A;
- 4) Caráter abrupto, com relação textural B/E muitas vezes excedendo três unidades; em alguns solos ocorrem relações próximas a 6;
- 5) Espessura do horizonte A + E geralmente próxima a 60 cm, podendo atingir 130 cm de profundidade em alguns solos; também são freqüentes espessuras inferiores a 50 cm para esses horizontes;
- 6) Textura média, estrutura e cerosidade moderadamente desenvolvidas no horizonte B, que apresenta coloração bruno-avermelhada e vermelho-amarelada, com matiz centrado no 5YR;

Classificação

Embrapa (1999): ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico arênico ou não arênico ou espessoarênico ou não espessoarênico abrupto, textura arenosa/média, A moderado ou fraco.

Soil Taxonomy (Soil..., 1996):

Solos com horizontes A + E \geq 50 cm: Arenic Hapludalf.

Solos com horizontes A + E < 50 cm: Typic Hapludalf.

FAO (1994): Albic ou Haplic Lixisol.

Atributos morfológicos

Esses solos são morfológicamente semelhantes aos descritos para os Podzólicos Vermelho-Amarelos abruptos álicos ou distróficos da unidade *PVaba*.

Atributos analíticos

Na tabela 14 são apresentados os valores médio, mínimo e máximo absolutos, desvios-padrão e coeficientes de variação para alguns atributos referentes às camadas superficial e subsuperficial dos Podzólicos Vermelho-Amarelos abruptos eutróficos da unidade *PVabe*.

Granulometria – Assim como descritos para os Podzólicos abruptos álicos e distróficos da unidade *PVaba*, os solos dessa unidade apresentam apreciável diferença textural entre o horizonte superficial e o topo do horizonte B. Enquanto a textura da camada superficial é a areia, com teor médio de argila de 6 dag/kg de T.F.S.A., da camada subsuperficial é franco-argiloarenosa, com teores de argila em torno de 26 dag/kg. Esses solos apresentam, portanto, nitidamente o caráter abrupto, uma vez que essas variações podem ser observadas em intervalo não superior a 8 cm, entre o horizonte E e o Bt. A areia fina, com valores médios de 51 e 41 dag/kg, respectivamente para a camada superficial e subsuperficial, é a fração mais abundante, seguida pela areia grossa.

pH – Os valores médios de pH em H₂O verificados para a camada superficial e subsuperficial, respectivamente 5,8 e 6,1, identificam solos ligeiramente ácidos. Esses valores são bem superiores àqueles descritos para os Latossolos, Podzólicos latossólicos e Podzólicos abruptos álicos ou distróficos.

Carbono – O teor de carbono é baixo mesmo em superfície com média de 0,8 dag/kg, decrescendo para apenas 0,3 dag/kg em média nos horizontes subsuperficiais. O máximo valor verificado foi 1,9 dag/kg de T.F.S.A., correspondente a uma amostra obtida nos 10 cm superficiais de uma área cultivada com cafezais.

Soma de bases – Os valores médios de somas de bases, tanto na camada superficial como na subsuperficial, 1,8 e 3,6 cmol_c/kg de T.F.S.A. respectivamente, indicam tratar-se de solos com consideráveis conteúdos de cátions trocáveis. Esses valores são muito superiores àqueles descritos para os Latossolos, Podzólicos latossólicos e Podzólicos abruptos álicos, evidenciando o maior potencial nutricional desses solos, principalmente em subsuperfície. No

entanto, apresentam problemas de outra natureza, como a elevada suscetibilidade à erosão laminar e linear (ravinas e voçorocas).

Capacidade de troca de cátions – O valor médio para a CTC da fração argila após o desconto da contribuição da matéria orgânica, foi de 13,8 cmol_c/kg de argila para a camada subsuperficial, com o máximo de 21, indicando tratarem-se de solos com argila de atividade baixa. Esses valores são muito superiores àqueles descritos para os Latossolos, Podzólicos latossólicos e Podzólicos abruptos álicos, sugerindo mineralogia diversa entre esses solos e os Podzólicos abruptos eutróficos.

Saturação por bases – Na camada subsuperficial, o valor médio foi 70%, com o máximo 85% e mínimo 50%, evidenciando o caráter eutrófico dos solos dessa unidade de mapeamento. No horizonte superficial, o valor médio foi bem inferior, em torno de 49%, com o mínimo de 12% e o máximo de 90%; nota-se a predominância de solos epidistróficos, e a existência, embora menos expressiva, de solos epieutróficos e epiálicos.

Alumínio trocável e saturação por alumínio – Os teores médios de Al³⁺ trocável são baixos nessa unidade de solos, com média de 0,2 cmol_c/kg de T.F.S.A. para ambas as camadas. O máximo valor foi encontrado para a camada superficial, 1,5 cmol_c/kg, o qual está relacionado ao caráter álico em superfície. Apenas duas amostras, dentre 25, apresentaram esse comportamento. Devido ao baixo conteúdo de alumínio e à presença dos demais cátions trocáveis em proporções consideráveis para a maioria das amostras, a saturação por alumínio é baixa, com valores médios de 15% em superfície, reduzindo para apenas 5% na camada subsuperficial.

Distribuição espacial e descrição da paisagem

A unidade PVabe é a mais representativa da microbacia. Foram cartografados 865,44 hectares, correspondentes a 73,23% dos Podzólicos e 53,29% da área total mapeada. Estão distribuídos por toda a área mapeada em declividades predominantemente superiores a 10%, em relevo ondulado a forte ondulado, embora sejam comuns em alguns topos convexos curtos de inexpressiva declividade. A vegetação original era representada pela floresta latifoliada tropical, com apenas alguns remanescentes de mata nas encostas íngremes e margeando alguns córregos, enquanto a ocupação atual é predominantemente com pastagens, embora seja comum o plantio de cafezais nas vertentes mais suaves. Maracujá, eucalipto e culturas anuais como milho, feijão e melancia, desenvolvem-se em pequenas extensões nessa unidade.

Os Podzólicos abruptos são solos muito suscetíveis aos processos erosivos, tornando a paisagem extremamente frágil ao manejo. Isso é verificado nas cotas mais baixas da paisagem, completamente dominadas por um manto arenoso coluvionar, muitas vezes assoreando e soterrando córregos, reduzindo o volume dos rios, provocando assim, enchentes periódicas. Certamente, o desenvolvimento de voçorocas e a completa remoção da camada arenosa superficial, são as principais preocupações do produtor rural, expondo o horizonte B, o que reduz ou mesmo anula o potencial produtivo desses solos.

Variações e inclusões

Como variações, foram identificados solos com horizonte A mais escuros (relação valor/croma 3/3 e 3/2), embora não satisfaça a condição para classificá-lo como A chernozêmico ou proeminente devido à sua pequena espessura. Estes estão localizados principalmente nas bordas das escarpas, em condições mais úmidas, favoráveis ao acúmulo e manutenção da matéria orgânica. Também foram registrados como variações, solos com caráter abrupto destituído de horizonte E, porém, dotados de caráter abrupto. Outros ainda mostram um horizonte transicional EB de coloração mais avermelhada e com teores mais elevados de argila em relação ao horizonte E, reduzindo, assim, a relação textural B/E, embora mantenha seu caráter abrupto.

Com relação às inclusões, identificaram-se Podzólicos Vermelho-Amarelos abruptos rasos, localizados nas bordas das escarpas, juntamente com Solos Litólicos e Regossolos. Esses geralmente são de argila de atividade alta, com elevado conteúdo de Ca^{2+} trocável e valores de CTC da argila. Quando os solos Ta apresentam-se morfologicamente semelhantes aos Podzólicos abruptos, porém, conjugados com horizonte A chernozêmico, fato comum nessa porção da paisagem, são classificados como Brunizéns Avermelhados. Além deles, foram registrados Podzólicos Vermelho-Amarelos abruptos álicos e distróficos característicos da unidade PVaba, os quais não foram mapeados devido à distribuição aleatória desses solos na paisagem, e grande homogeneidade fisiográfica e morfológica em relação aos Podzólicos abruptos eutróficos.

Atributos agronômicos

Tal como descrito para os Podzólicos abruptos álicos da unidade PVaba, os solos desta unidade apresentam significativa redução da permeabilidade interna na

transição do horizonte E para o Bt, devido à mudança textural abrupta característica desses solos. Tal fato determina um acentuado aumento da erodibilidade. Lombardi Neto et al. (1991) colocam esses solos nas classes C e D quanto à erodibilidade, isto é, solos com baixa a muito baixa resistência à erosão, recomendando o terraceamento em desnível como prática mecânica no controle dos processos erosivos.

Diferente ao descrito para os Podzólicos abruptos álicos da unidade *PVaba*, os solos desta unidade apresentam elevado potencial nutricional, principalmente no horizonte B. Esse fato, associado à maior retenção de umidade no topo do horizonte B devido à mudança textural abrupta e à diferença de porosidade entre os horizontes E e Bt, é responsável por elevada produtividade da cafeicultura na região.

Tabela 14. Número de amostras (n), valores mínimo, médio e máximo, desvios-padrão (s) e coeficientes de variação (CV) de alguns atributos do solo referentes às camadas superficial (a) e subsuperficial (b) do PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO ABRUPTO EUTRÓFICO Tb A moderado ou fraco textura arenosa/média (unidade PVabe).

Atributo	Camada	n	Mínimo	Máximo	Média	s	CV
							—%—
Argila ⁽¹⁾	a	25	3	10	6	1,9	32,2
	b	25	17	34	26	3,4	12,6
Silte ⁽¹⁾	a	25	3	10	8	2,1	23,6
	b	25	7	10	9	1,3	13,7
Areia fina ⁽¹⁾	a	25	30	61	51	8,2	16,1
	b	25	20	53	41	6,8	32,6
Areia grossa ⁽¹⁾	a	25	22	59	34	8,9	26,3
	b	25	11	48	21	7,1	32,6
pH H ₂ O	a	25	4,6	6,4	5,8	0,5	8,5
	b	25	4,9	6,7	6,1	0,4	6,6
pH KCl	a	25	3,3	6,1	4,7	0,7	15,4
	b	25	3,8	5,3	4,6	0,3	7,3
Carbono ⁽¹⁾	a	25	0,2	1,9	0,8	0,4	48,3
	b	25	0,1	0,5	0,3	0,1	29,0
Ca ²⁺ ⁽²⁾	a	25	0,1	3,4	1,0	1,0	95,5
	b	25	0,9	4,4	2,5	1,0	39,5
Mg ²⁺ ⁽²⁾	a	25	0,0	3,1	0,4	0,7	172,1
	b	25	0,2	1,8	0,7	0,5	66,9
K ⁺ ⁽²⁾	a	25	0,07	0,7	0,3	0,2	49,8
	b	25	0,08	1,1	0,4	0,2	57,2
Al ³⁺ ⁽²⁾	a	25	0,0	1,5	0,2	0,4	169,2
	b	25	0,0	0,8	0,2	0,2	127,2
H ⁺ ⁽²⁾	a	25	0,4	2,9	1,4	0,7	48,5
	b	25	0,6	3,1	1,3	0,5	37,5
Soma de bases ⁽²⁾	a	25	0,4	6,9	1,8	1,5	83,1
	b	25	1,6	5,8	3,6	1,3	35,5
CTC ⁽³⁾	a	-	-	-	-	-	-
	b	25	6,5	21,0	13,8	4,6	33,7
Saturação por	a	25	0	66	15	20,5	139,0
alumínio ⁽⁴⁾	b	25	0	21	5	5,7	121,6
Saturação por bases ⁽⁴⁾	a	25	12	90	49	20,8	42,2
	b	25	50	85	70	11,0	15,8

⁽¹⁾ dag/kg de T.F.S.A. ⁽²⁾ cmol_c/kg de T.F.S.A. ⁽³⁾ cmol_c/kg de argila após o desconto da contribuição da matéria orgânica. ⁽⁴⁾ %.

Os dados morfológicos, analíticos (Tabela 15) e mineralógicos (Figura 6) referentes ao perfil representativo dos Podzólicos Vermelho-Amarelos abruptos eutróficos são apresentados a seguir.

Perfil 1.600 (Bertolani et al., 2000)

Classificação segundo Camargo et al. (1987) e Oliveira et al. (1992): PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO ABRUPTO EUTRÓFICO Tb A fraco textura arenosa/média.

Classificação segundo Embrapa (1999): ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico arênico abrupto, textura arenosa/média, A fraco.

Localização: Folha Topográfica de Garça. Coordenadas UTM: 654,114 km E e 7.545,000 km N.

Situação e Declividade: trincheira descrita no terço inferior da vertente com 14% de declividade.

Altitude: 611 metros.

Litologia: arenito do Grupo Bauru, Formação Marília.

Relevo: local e regional: ondulado.

Erosão: em sulcos.

Vegetação original: floresta latifoliada tropical .

Uso atual: pastagem.

Descrito e coletado por Maurício Rizzato Coelho e Marcio Rossi.

Descrição morfológica

A 0-25 cm: bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmido); areia-franca; fraca média blocos subangulares, desfazendo-se em fraca pequena e muito pequena granular e em grãos simples; muito friável, não plástica e não pegajosa; transição ondulada e clara.

E 25-80 cm: vermelho-amarelado (5YR 5/4, úmido); areia; fraca média e grande blocos subangulares, desfazendo-se em grãos simples; muito friável, não plástica e não pegajosa; transição ondulada e abrupta.

Bt1 80-125 cm: vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmido); franco-arenosa; moderada média blocos subangulares; cerosidade comum e moderada; firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa, transição plana e gradual.

Bt2 125-160 cm: vermelho-amarelado (5YR 4/8, úmido); franco-arenosa; moderada média blocos subangulares; cerosidade comum e moderada; firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa, transição plana e gradual.

Bt3 160-180 cm⁺: vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmido); franco-arenosa; moderada média blocos subangulares; cerosidade pouca e fraca; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

Observação: Raízes abundantes no horizonte A, comuns no horizonte E, poucas no horizonte Bt1 e Bt2, e raras no horizonte Bt3. Presença de lamelas no horizonte E de coloração bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmido). Atividade biológica intensa nos horizontes texturais, condicionando elevada macroporosidade.

Mineralogia da fração argila

A figura 6 apresenta os difratogramas da fração argila desferrificada referentes ao horizonte Bt2 do perfil 1.600. Diferente ao descrito para os Latossolos e Podzólicos latossólicos e Podzólicos abruptos álicos nos quais caulinita era o mineral predominante, a menor intensidade de seus reflexos aqui verificados, associada ao aumento dos reflexos da mica, sugerem proporções diversas ou variações na cristalinidade desses minerais entre as distintas classes de solos. As diferenças comparativas das características e propriedades químicas entre os Podzólicos abruptos eutróficos e os Latossolos, por exemplo, são fortes argumentos que confirmam os maiores conteúdos de mica nos primeiros, as quais são responsáveis pela maior soma de bases e CTC desses solos. Além disso, todos os reflexos de primeira ordem da caulinita para os diferentes tratamentos estão deslocados de 0,72 nm para aproximadamente 0,83 nm (Figura 6). Esse deslocamento sugere a participação de um mineral interestratificado mica/caulinita, o qual contribui para a elevada CTC da fração argila desses solos. O mineral anatásio (TiO₂) complementa a constituição mineralógica da fração argila desferrificada deste perfil.

Tabela 15. Resultados analíticos do PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO ABRUPTO EUTRÓFICO Tb A fraco textura arenosa/média - perfil 1.600.

Atributos	Espessura (cm)				
	0-25	25-80	80-125	125-160	160-180
Horizontes	A	E	Bt1	Bt2	Bt3
Argila ⁽¹⁾	7	2	17	18	20
Silte ⁽¹⁾	8	7	9	7	8
Areia fina ⁽¹⁾	51	53	41	45	48
Areia grossa ⁽¹⁾	34	38	33	32	24
Silte/argila	1,1	3,5	0,5	0,4	0,4
pH H ₂ O	5,7	6,0	6,1	5,8	5,8
pH KCl	4,2	4,6	4,6	4,4	4,2
ΔpH	-1,5	-1,4	-1,5	-1,4	-1,6
Ca ⁽²⁾	0,6	0,2	1,8	1,2	0,8
Mg ⁽²⁾	0,2	0,1	0,7	1,0	0,8
K ⁽²⁾	0,06	0,01	0,08	0,08	0,09
Na ⁽²⁾	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
S ⁽²⁾	0,9	0,3	2,6	2,3	1,7
Al ⁽²⁾	0,5	0,2	0,3	0,6	1,9
H ⁽²⁾	1,0	0,2	1,0	1,1	1,7
CTC ⁽²⁾	2,4	0,7	3,9	4,0	5,3
CTC ⁽³⁾	-	-	15,0	17,2	22,0
V ⁽⁴⁾	37	44	67	57	32
m ⁽⁴⁾	36	38	10	21	53
C ⁽¹⁾	0,3	0,1	0,3	0,2	0,2

⁽¹⁾ dag/kg de T.F.S.A. ⁽²⁾ cmol_c/kg de T.F.S.A. ⁽³⁾ cmol_c/kg de argila após o desconto da contribuição da matéria orgânica. ⁽⁴⁾ %.

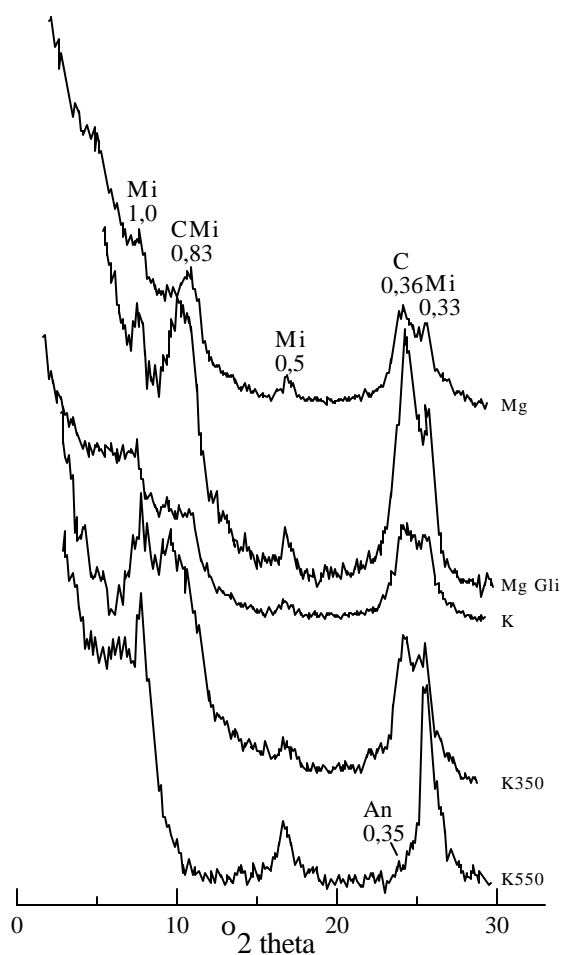


Fig. 6. Difratomogramas de raios X da fração argila desferrificada do perfil 1.600 (horizonte Bt2). A identificação de cada difratograma refere-se à amostra saturada com magnésio (Mg), com magnésio + etileno glicol (Mg Gli), saturada com potássio à temperatura ambiente (K), com potássio e aquecida a 350 °C (K350) e finalmente, com potássio e aquecida a 550 °C (K550). Minerais identificados: C = caulinita; Mi = mica; CMi = possivelmente interestratificado caulinita/mica; An = anatásio. Espaçamento interplanar em nanômetros (nm).

Complexo de GLEISSOLO e SOLO ALUVIAL ambos EUTRÓFICOS Ta A moderado ou chernozêmico textura indiscriminada (Unidade G)

a) 1.º Componente: GLEISSOLO EUTRÓFICO Ta A moderado ou chernozêmico textura indiscriminada.

Conceito da classe

A classe dos Gleissolos tem como principal característica a presença de horizonte glei a menos de 50 cm de profundidade. Esse horizonte, resultante de marcante processo de redução de ferro, apresenta cores neutras, com ou sem mosqueados de cores vivas. Excluem-se dessa conceituação os Vertissolos, os solos com horizonte Btg (Hidromórfico Cinzento ou Planossolo), Cfg (Plintossolo) e as Areias Quartzosas Hidromórficas (Oliveira et al., 1992). São, normalmente, destituídos de horizonte diagnóstico de subsuperfície, com seqüência de horizontes A-(ou Ag)-Cg, embora se admita a presença de horizonte B incipiente em tal classe de solo.

Na microbacia da Água Três Unidos foram identificados solos pertencentes à classe dos Gleis Pouco Húmicos e Gleis Húmicos, genericamente classificados como Gleissolos neste trabalho. Diferenciam-se pelo tipo de horizonte superficial; enquanto os primeiros, comumente, apresentam horizonte A moderado, os Gleis Húmicos podem ter A chernozêmico, húmico ou horizonte turfoso. Dentre os Gleis Húmicos, apenas aqueles que apresentam horizonte A chernozêmico foram identificados neste trabalho.

São solos diretamente influenciados pelo lençol d'água e por material advindo de outras posições da paisagem, uma vez que geralmente ocorrem em áreas de deposição (planícies aluviais). Assim, a ocorrência de estratos é comum, favorecendo uma diversidade textural tanto vertical como horizontal bastante acentuada: foram verificados solos de textura arenosa a argilosa. Os Gleissolos da microbacia são predominantemente eutróficos e possuem argila de atividade alta, embora algumas amostras em subsuperfície apresentem valores de CTC da fração argila muito inferiores a 24 cmol_c/kg de argila. Essas foram obtidas de camadas com textura arenosa, não sendo considerados como critério diagnóstico para o atributo atividade de argila.

Classificação

Embrapa (1999): GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico, textura indiscriminada, A moderado ou chernozêmico.

Soil Taxonomy (Soil..., 1996): Fluvaquent .

FAO (1994):

Solos com horizonte A moderado: Eutric Gleysol.

Solos com horizonte A chernozêmico: Mollic Gleysol.

Atributos morfológicos

Horizonte A

O horizonte A apresenta espessura que varia de 0,10 a 0,30 m. A textura é extremamente variável, compreendendo desde areia até argila, com cores mais comuns centradas nos matizes 7,5 e 10YR, com valor/croma 3/1, 3/2 e 4/1. Eventualmente, observam-se horizontes mais amarelados, com as seguintes notações: 2,5Y 3/3 e 2,5Y 4/2. Embora os teores de carbono, cor e estrutura dos horizontes superficiais de muitos solos aqui descritos sejam adequados para caracterizá-los como A chernozêmico, o critério de espessura geralmente não é satisfeito, classificando-os como A moderado.

Em decorrência da variada textura, são observados diferentes tipos de estrutura nos horizontes superficiais. Para os Gleissolos arenosos à superfície, são encontradas estruturas do tipo blocos subangulares de fraco grau de desenvolvimento, desfazendo-se em granular e em grãos simples. São bastante comuns na região devido ao intenso processo erosivo aos quais são submetidos os Podzólicos abruptos da paisagem a montante, originando espessos colúvios arenosos nos Gleissolos. No entanto, os solos de textura argilosa, comumente, são apédicos, com aspecto maciço. A consistência também é muito variável com a textura e o conteúdo de matéria orgânica, podendo-se encontrar friável nos solos arenosos, a extremamente firme nos argilosos, quando se analisam as amostras úmidas.

Horizonte C

O excesso de umidade e a ausência de barrancos nessas áreas dificultaram a observação mais detalhada em profundidade. Assim, apenas os atributos cor e textura das amostras provenientes de tradagens foram analisadas.

Tal como observado no horizonte superficial, a textura no horizonte C é extremamente variável, de areia franco-argilosa. As cores mais comuns correspondem às notações 10YR 4/1, 4/2 e 7,5YR 4/2, 5/2. Eventualmente, observam-se cores mais amareladas, centradas no matiz 2,5Y com relação valor/croma predominantemente 4/1, 4/3 e 6/3.

b) 2.º Componente: SOLO ALUVIAL EUTRÓFICO Ta A moderado ou chernozêmico textura indiscriminada.

Conceito da unidade

São solos minerais pouco evoluídos, formados em depósitos aluviais recentes, de tal ordem que apresentam apenas o horizonte A como diagnóstico, seguido de uma sucessão de camadas estratificadas, sem relação pedogenética entre si (Oliveira et al., 1992). Os Solos Aluviais da microbacia são semelhantes àqueles descritos para a região de Marília (Bertolani et al., 2000) e apresentam características típicas da classe, como a variação irregular e descontínua da granulometria e conteúdo de matéria orgânica ao longo do perfil. No entanto, são comuns espessos depósitos coluvionares arenosos provindos da paisagem a montante, de modo que essas variações normalmente se manifestam a maiores profundidades. Muitos desses depósitos são recentes e, assim, alguns Solos Aluviais podem ser considerados como solos enterrados (Bertolani et al., 2000).

Os Solos Aluviais da microbacia da Água Três Unidos são eutróficos, com argila de alta atividade, podendo apresentar horizonte A moderado ou chernozêmico. Tal como descrito para os Gleissolos desta mesma unidade, alguns horizontes superficiais apresentam cor, estrutura e teor de carbono característicos de horizonte A chernozêmico, não satisfazendo o critério de espessura. Esses são classificados como A moderado.

Classificação

Embrapa (1999): NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico típico, textura indiscriminada, A moderado ou chernozêmico.

Soil Taxonomy (Soil..., 1996): Udifluvent.

FAO (1994):

Solos com horizonte A moderado: Eutric Fluvisol.

Solos com horizonte A chernozêmico: Mollic Fluvisol.

Atributos morfológicos

Horizonte A

O horizonte A apresenta espessura variável entre 10 e 30 cm. Sua textura varia de areia a argila, enquanto as cores mais comum estão centradas nos matizes 10YR e 7,5YR, com valor/croma 3/2, 3/3 e 4/3. No entanto, a variação de cores neste horizonte é extremamente elevada devido às suas diferentes composições granulométricas e aos conteúdos de matéria orgânica, sendo encontradas matizes de 10YR a 2,5YR.

A estrutura, assim como a textura, é muito variada, predominando blocos subangulares de fraco grau de desenvolvimento, desfazendo-se em granular e em grãos simples nos solos arenosos. Os de textura areia e com estrutura do tipo grãos simples são muito comuns devido às deposições coluvionares recentes e, conseqüentemente, baixos conteúdos de matéria orgânica. Os horizontes superficiais argilosos são mais estruturados, de menor croma e, geralmente, detêm os maiores conteúdos de matéria orgânica dentre os Solos Aluviais.

Horizonte C

Devido à ausência de barrancos, bem como à dificuldade de acesso e coleta nas áreas de ocorrência dos Solos Aluviais, apenas os atributos cor e textura foram observados nas suas camadas subsuperficiais.

A textura é muito variável nos horizontes subsuperficiais, tal como descrito para o horizonte superficial, encontrando-se desde areia até franco-argilosa. As cores mais comuns estão centradas nos matizes 10YR com valor/croma 3/1, 3/3 e 4/2 e 7,5YR com valor/croma 3/2 e 4/2, embora variem consideravelmente, uma vez que esses solos são formados por camadas estratificadas de diferente composição e espessura.

Atributos analíticos

Devido à similaridade no que se refere aos atributos analíticos entre os Gleissolos e Solos Aluviais, bem como à pequena distribuição espacial e utilização dessas áreas para atividades agrícolas, além das dificuldades de coleta, foram amostrados apenas cinco locais em toda a microbacia. Os dados analíticos de cada amostra são apresentados na íntegra (Tabela 16), eliminando-se as determinações estatísticas devido ao pequeno número de amostras. Foram observadas as seguintes variações, comuns para ambas as classes de solos:

Granulometria – Os menores valores de argila em superfície e subsuperfície, 2 dag/kg para ambas as camadas, e maiores, 50 e 39 dag/kg, respectivamente para as mesmas camadas, evidenciam a grande variabilidade deste atributo nos Solos Aluviais e Gleissolos. A areia fina, com valor mínimo de 11 dag/kg e máximo de 61 dag/kg em subsuperfície, é a fração mais abundante, seguida pelo silte e areia grossa. A fração silte é a mais representativa de todos os solos descritos neste trabalho devido à relativa jovialidade desses solos, podendo alcançar valores de até de 44 e 34 dag/kg, respectivamente na camada superficial e subsuperficial, potencialmente relacionados a minerais primários facilmente intemperizáveis.

pH – Os valores pH em H₂O nas camadas superficial e subsuperficial indicam solos ligeiramente ácidos. Solos de reação alcalina são comuns nesses ambientes de concentração, submetidos constantemente ao rejuvenescimento.

Carbono – O teor de carbono é muito variável em ambas as camadas em virtude da variada composição e evolução dos diferentes estratos depositados durante a evolução desses solos, principalmente nos Solos Aluviais. O maior teor encontrado, 7 dag/kg de T.F.S.A., corresponde aos 10 centímetros superficiais de um Glei Pouco Húmico que, geralmente, apresenta os maiores teores de carbono em superfície em relação aos Solos Aluviais devido às condições hidromórficas a que são submetidos os Gleissolos, favorecendo a manutenção da matéria orgânica.

Soma de bases – Esses solos apresentam elevados teores médios de cátions trocáveis, como pode ser observado pelos maiores valores em superfície e subsuperfície, respectivamente 24,6 e 18,3 cmol_c/kg de T.F.S.A.

Saturação por bases – O fato de o menor valor de saturação por bases em subsuperfície ser de 69% evidencia o eutrofismo dos Solos Aluviais e Gleissolos. Predominam os solos eutróficos por todo o perfil, embora poucos possam ser identificados como epidistróficos.

Alumínio trocável e saturação por alumínio – Os teores de alumínio são baixos a nulos tanto em superfície como em subsuperfície. Os valores de saturação por alumínio na camada superficial e subsuperficial acompanham o teor de Al³⁺ trocável, ou seja, são também muito baixos ou nulos.

Distribuição espacial e descrição da paisagem

Os Gleissolos e Solos Aluviais estão distribuídos por 47,41 hectares, o que corresponde a apenas 2,92% da área total. Ocorrem nas planícies aluviais e suas maiores extensões localizam-se próximas aos rio do Peixe, e de seu afluente, o córrego Água Três Unidos. Neles, predominam a vegetação higrófila, nos Gleissolos e as gramíneas, nos Aluviais.

São comuns espessos mantos arenosos coluvionares nessa posição da paisagem, muitas vezes soterrando córregos e imprimindo características e comportamento diferenciais em relação aos Gleissolos e Solos Aluviais localizados nas posições centrais de planícies mais extensas da região.

Devido às dificuldades operacionais e pequena distribuição espacial dos solos da unidade G, não foram coletados e descritos os perfis representativos dos solos hidromórficos e Aluviais.

Variações e inclusões

Como esses solos apresentam grande variabilidade em seus atributos, as variações observadas foram, praticamente, descritas na sua caracterização. No entanto, a presença constante de espessos mantos arenosos coluvionares, muitas vezes excedendo a um metro de profundidade, faz com que o horizonte glei se manifeste abaixo da profundidade mínima de 50 cm, considerada como diagnóstico para a classificação dos Gleissolos. Não se encontram critérios adequados para a

classificação desses solos, podendo-se considerá-los como variação da unidade G.

Bertolani et al. (2000), ao comentar sobre as variações observadas nos solos de baixada, acrescenta que esses depósitos são comuns nas bordas das planícies aluviais, muitas vezes estendendo-se a toda área de baixada, quando em paisagens submetidas a acelerado processo erosivo.

Solos Aluviais de baixa atividade da argila também foram identificados. Como são pouco expressivos na área, são considerados inclusão na unidade de mapeamento G.

Atributos agronômicos

Esses solos apresentam sérias limitações impostas pela presença permanente ou intermitente do lençol freático a pouca profundidade. Assim, sua utilização com plantas mesófilas requer práticas de drenagem, a fim de melhorar as condições de aeração da rizosfera. Alguns locais de baixada submetidos aos aportes coluvionares, originam espessos mantos arenosos superficiais e improdutivos devido ao baixo potencial nutricional e à ausência de estrutura, que se manifesta na forma de grãos simples. Corrêa (1994) argumenta que alguns rios na região de Marília, que eram divisas de propriedades, “hoje não o são mais, restando estreitos córregos onde o gado molha os cascos e alguns ecologistas histéricos desejam plantar a fim de conter e reverter os processos de degradação do ambiente”. O autor acrescenta que, nesses locais, a temperatura do sedimento é tão elevada que se torna impossível caminhar descalço ao meio dia, e indaga: “Como plantar uma espécie, tenra e exigente em solo, na areia?”.

Devido à pequena extensão que ocupam na paisagem, os Gleissolos e Solos Aluviais são pouco explorados.

Os perfis representativos dos solos da unidade G não foram coletados e descritos devido às dificuldades operacionais e à pequena distribuição espacial desses solos na paisagem.

Tabela 16. Atributos analíticos referentes às amostras superficiais e subsuperficiais para o conjunto dos Solos Aluviais e Gleissolos da unidade G.

Prof	Ar	Sil	AF	AG	pHH	pHK	C	Ca	Mg	K	Al	H	SB	T	T-C	m	V
cm	-----dag/kg-----						dag/kg	-----cmol _c /kg de T.F.S.A.-----								-----%-----	
0-20	50	35	14	1	6,8	6,1	2,6	15,4	7,5	0,7	0,0	0,8	23,7	24,5	-	0	97
80-100	11	25	56	8	5,6	4,3	0,9	5,7	2,2	0,1	0,1	2,2	8,1	10,4	57,6	1	78
0-20	3	10	47	40	5,8	4,7	1,6	3,3	0,9	0,06	0,0	2,5	4,3	6,8	-	0	63
80-100	39	34	26	1	5,6	4,2	1,9	14,3	3,7	0,2	0,2	5,6	18,3	24,1	39,9	1	76
0-20	44	44	11	1	6,6	5,6	2,5	19,7	4,5	0,3	0,0	1,9	24,6	26,5	-	0	93
80-100	20	18	41	21	7,3	6,7	1,4	12,7	2,2	0,1	0,0	0,7	15,1	15,8	47,5	0	96
0-10	19	25	29	27	5,9	4,9	7,0	5,5	1,5	0,7	0,0	8,5	8,1	16,6	-	0	49
15-35	2	5	61	32	6,4	4,9	0,2	0,4	0,1	0,1	0,1	0,2	0,7	1,0	-	13	69
0-20	31	29	20	20	5,4	3,9	4,8	3,3	0,9	0,3	0,1	11,1	4,6	15,8	-	2	29
90-120	2	4	49	45	6,0	4,7	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,7	-	17	71

Prof: profundidade de coleta; Ar: argila; Sil: silte; AF: areia fina; AG: areia grossa; pHH: pH determinado em H₂O; pHK: pH determinado em KCl; C: carbono; Ca: cálcio trocável; Mg: magnésio trocável; K: potássio trocável; Al: alumínio trocável; H: hidrogênio; SB: soma de bases; T: capacidade de troca de cátions determinada a pH7; T-C: capacidade de troca de cátions da fração argila após o desconto da contribuição da matéria orgânica (cmol_c/kg de argila); m: saturação por alumínio; V: saturação por bases. Os pares referentes às profundidades de coleta que não estão separados por linha pontilhada correspondem ao mesmo ponto amostrado.

Associação de SOLO LITÓLICO e REGOSSOLO ambos EUTRÓFICOS A chernozêmico ou moderado textura arenosa ou média e AFLORAMENTO DE ROCHA (Unidade R1)

a) 1.º componente: SOLO LITÓLICO EUTRÓFICO A moderado ou SOLO LITÓLICO A chernozêmico ambos textura arenosa ou média.

Conceito da classe

Os Solos Litólicos têm como principal característica a pequena espessura do *solum*, com o contato lítico iniciando-se a menos de 50 cm da superfície, bem como a completa ausência de horizonte diagnóstico de subsuperfície ou, se existente, é de pequena espessura (Oliveira, et al., 1992). Normalmente, apresentam seqüência de horizontes A-C-Cr-R ou A-Cr-R. Menos comum são os

solos com seqüência A-R, localizados predominantemente nas escarpas. Devido ao seu incipiente desenvolvimento, em geral, apresentam teores elevados de minerais primários facilmente intemperizáveis, o que lhes conferem elevados valores de soma de bases e capacidade de troca catiônica. São solos predominantemente eutróficos, com textura variável, de areia a franco-arenosa e horizonte A podendo ser o moderado ou o chernozêmico.

Classificação

Embrapa (1999): NEOSSOLO LITÓLICO Psamítico típico, A chernozêmico ou moderado ou NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico chernossólico, textura média ou Eutrófico típico, textura média, A moderado.

Soil Taxonomy (Soil..., 1996): Udorthent.

FAO (1994):

Solos com horizonte A moderado: Eutric Leptosol.

Solos com horizonte A chernozêmico: Mollic Leptosol.

Atributos morfológicos

Horizonte A

Apresenta espessura entre 10 e 35 cm e cor centrada nos matizes 7,5 YR e 5YR, com relação valor/croma predominantemente de 2/2, 3/2 e 3/3 para os solos com horizonte A chernozêmico e 3/3, 3/4 e 4/2 para solos com A moderado. São comuns horizontes que satisfazem os critérios de cor, estrutura e teor de carbono orgânico para classificá-lo como A chernozêmico, porém, a pequena espessura (10 cm em média) os classifica como A moderado. Geralmente, o horizonte A apresenta duas subdivisões, identificadas no campo como A1 e A2, sendo a primeira mais escura devido ao seu maior conteúdo de matéria orgânica e, conseqüentemente, de menor croma e com espessura média de 10 cm. A textura é variável, de areia a franco-arenosa, predominando os Solos Litólicos arenosos.

A estrutura é, em geral, do tipo granular de tamanho que varia de pequena a média, com moderado a fraco grau de desenvolvimento, enquanto a consistência da

amostra seca é macia, da úmida, friável a muito friável e da amostra molhada, não plástica e não pegajosa.

Alguns solos da região apresentam sequência de horizontes A-Bt-Cr-R. No entanto, a exígua espessura do horizonte Bt faz com que o desqualifique como horizonte diagnóstico taxonômico. São Solos Litólicos com horizonte genético Bt, e muitas vezes, apresentam o caráter abrupto. Localizam-se em restritas áreas descontínuas ao longo das escarpas.

Os dados analíticos (Tabela 17), morfológicos e mineralógicos (Figura 7) do perfil representativo da classe dos Solos Litólicos encontrados na microbacia é descrito a seguir.

PERFIL 1.602 (*Bertolani et al., 2000*)

Classificação segundo Camargo et al. (1987) e Oliveira et al. (1992): SOLO LITÓLICO EUTRÓFICO A moderado textura arenosa.

Classificação segundo Embrapa (1999): NEOSSOLO LITÓLICO Psamítico típico A moderado.

Localização: Folha Topográfica de Garça. Coordenadas UTM: 647,700 km E e 7.554,960 km N .

Situação: trincheira descrita na borda de escarpa com 45% declividade.

Altitude: 575 metros.

Litologia: arenito do Grupo Bauru, Formação Marília.

Relevo: regional: ondulado - local: forte ondulado.

Erosão: laminar e em sulcos.

Vegetação original: floresta latifoliada tropical.

Uso atual: pastagem.

Drenagem: moderadamente drenado.

Descrito e coletado por Maurício Rizzato Coelho e Marcio Rossi.

Descrição morfológica

A1 0-10 cm: bruno-escuro (7,5YR 3/3, úmido); areia-franca; fraca pequena granular; muito friável, não plástica e não pegajosa; transição plana e gradual.

A2 10-30 cm: bruno-escuro (7,5YR 3/4, úmido); areia-franca; fraca pequena blocos subangulares se desfazendo em fraca pequena e muito pequena granular; presença de fragmentos de saprolito dispersos na base do horizonte muito friável, não plástica e não pegajosa; transição ondulada e abrupta.

Cr 30-40 cm: coloração variegada composta de bruno-forte (7,5YR 4/6, úmido) e bruno-avermelhado-claro (5YR 6/4, úmido); franco-arenosa; estrutura original da rocha; transição ondulada e gradual.

R 40 cm⁺.

Observação: Raízes abundantes no horizonte A1, comuns no horizonte A2 e raras no horizonte Cr.

Mineralogia da fração argila

A figura 7 apresenta os difratogramas de raios X da fração argila desferrificada referentes ao horizonte A1 do perfil 1.602. Mica (Mi), caulinita (C) e esmectita com Al-hidróxi nas entrecamadas (SHE) são os minerais silicatados presentes. O primeiro é identificado pelos reflexos a 1,0; 0,5 e 0,33 nm, que são intensificados quando a amostra saturada com potássio é aquecida à 550 °C. Caulinita apresenta apenas pequenos reflexos de segunda ordem definidos a 0,36 nm, sugerindo pequenos conteúdos e/ou baixa cristalinidade do mineral, tendo em vista o baixo grau de intemperismo deste solo. Esmectita com Al-hidróxi nas entrecamadas é definida a 1,6 nm quando a amostra é saturada com magnésio, o qual desloca-se para 1,8 nm na solvatação da mesma com etileno glicol. Esse mineral ainda apresenta seus reflexos deslocados para 1,4; 1,2 e 1,2 nm respectivamente nas amostras saturadas com potássio à temperatura ambiente, potássio aquecido a 350 °C e potássio aquecido a 550 °C. O reflexo a 0,35 nm que aparece quando a amostra é tratada com potássio e aquecida a 550 °C refere-se ao mineral anatásio, um dióxido de titânio de elevada resistência ao intemperismo.

Tabela 17. Resultados analíticos do SOLO LITÓLICO EUTRÓFICO A moderado textura arenosa - perfil 1.602.

Atributos	Espessura (cm)		
	0-10	10-45	30-40
Horizontes	A1	A2	Cr
Argila ⁽¹⁾	9	10	17
Silte ⁽¹⁾	11	9	9
Areia fina ⁽¹⁾	55	60	46
Areia grossa ⁽¹⁾	25	21	28
Silte/argila	1,2	0,9	0,5
pH H ₂ O	6,4	6,2	6,5
pH KCl	5,3	4,8	5,3
Δ pH	-1,1	-1,4	-1,2
Ca ⁽²⁾	2,2	2,0	3,6
Mg ⁽²⁾	0,7	0,4	0,7
K ⁽²⁾	0,22	0,06	0,10
Na ⁽²⁾	0,01	0,01	0,02
S ⁽²⁾	3,1	2,5	4,4
Al ⁽²⁾	0,0	0,1	0,1
H ⁽²⁾	1,5	1,7	0,6
CTC ⁽²⁾	4,6	4,3	5,1
CTC da argila ⁽³⁾	-	-	27,4
V ⁽⁴⁾	68	58	86
m ⁽⁴⁾	0	4	2
C ⁽¹⁾	1,2	0,7	0,1

⁽¹⁾ dag/kg de T.F.S.A. ⁽²⁾ cmol_c/kg de T.F.S.A. ⁽³⁾ cmol_c/kg de argila após o desconto da contribuição da matéria orgânica. ⁽⁴⁾ %.

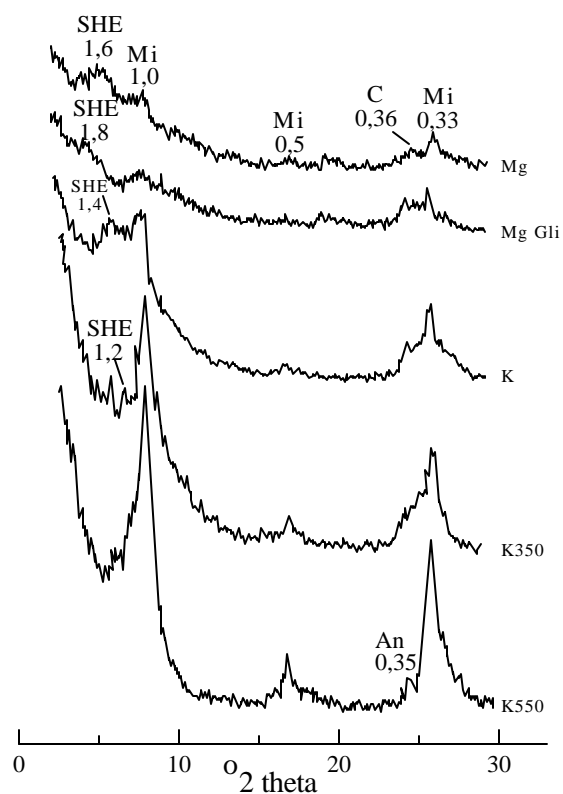


Fig. 7. Difratogramas de raios X da fração argila desferrificada do perfil 1.602 (horizonte A1). A identificação de cada difratograma refere-se à amostra saturada com magnésio (Mg), com magnésio + etileno glicol (Mg Gli), saturada com potássio à temperatura ambiente (K), com potássio e aquecida a 350 °C (K350) e finalmente, com potássio e aquecida a 550 °C (K550). Minerais identificados: C = caulinita; Mi = mica; SHE = esmectita com Al-hidróxi nas entrecamadas; An = anatásio. Espaçamento interplanar em nanômetros (nm).

b) 2.º componente: REGOSSOLO EUTRÓFICO A chernozêmico ou moderado textura arenosa ou média.

Conceito da unidade

A classe dos Regossolos não apresenta o horizonte diagnóstico subsuperficial B, tendo como seqüência de horizontes A-Cr-R ou A-C-Cr-R. Segundo Oliveira et al. (1992), são, normalmente, pouco profundos com espessura dos horizontes A + Cr ou A + C + Cr variável, embora o limite mínimo de 50 cm seja considerado como diagnóstico para inclusão desses solos na classe dos Regossolos. Foram considerados nesta classe, portanto, apenas os solos com contato lítico iniciando-se abaixo de 50 cm da superfície. São solos submetidos a processos de intemperismo recente, tendo como conseqüência conteúdo relativamente alto de minerais primários facilmente intemperizáveis (maior que 4% em algum horizonte, referido à fração T.F.S.A.). Os Regossolos da unidade R1 podem apresentar textura arenosa ou média no horizonte A e predominantemente arenosa no horizonte C, em geral, com elevada relação silte/argila. São predominantemente eutróficos, podendo apresentar dois tipos de horizonte A: o moderado e o chernozêmico.

Classificação

Embrapa (1999): NEOSSOLO REGOLÍTICO Psamítico léptico ou típico ou NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico léptico ou típico, textura média, ambos A chernozêmico ou moderado.

Soil Taxonomy (Soil..., 1996):

Solos de textura arenosa: Quartzipsamment.

Solos de textura média: Udorthent.

FAO (1994):

Solos com horizonte A moderado: Eutric Regosol.

Solos com horizonte A chernozêmico: Haplic Phaeozem.

Atributos morfológicos

Horizonte A

Com espessura entre 10 e 30 cm, este horizonte apresenta cor predominantemente centrada nos matizes 5 e 7/5YR, com relação valor/croma de 3/2 e 3/3 para os solos com horizonte A chernozêmico e 4/2, 4/3 e 4/4 para solos com A moderado. São comuns dois subhorizontes, descritos no campo como A1 e A2, sendo o primeiro mais enegrecido devido ao maior conteúdo de matéria orgânica e, conseqüentemente, de menor croma, semelhante ao descrito para os Solos Litólicos. A textura predominante é a areia e areia-franca, embora em alguns solos seja a franco-arenosa. Dentre os solos bem drenados, são os que apresentam o maior conteúdo de silte da Folha juntamente com os Solos Litólicos.

A estrutura é, em geral, do tipo granular, variando o tamanho de pequena a média, com moderado a fraco grau de desenvolvimento, enquanto a consistência da amostra seca é macia, da amostra úmida, muito friável e da amostra molhada, não plástica e não pegajosa.

Horizonte C

Em geral, apresenta espessura que varia de 20 a 80 cm em casos extremos. Os solos com maior espessura do horizonte C, freqüentemente, são de textura areia em todo o perfil, com predominância de horizonte A moderado. Regossolos arenosos são os mais comuns, com cores centradas no matiz 5 e 7,5YR e relação valor/croma normalmente 4/3, 4/4, 5/3 ou 5/4. Geralmente, sua estrutura é descrita como grãos simples, embora os Regossolos de textura média apresentem estrutura em blocos subangulares de tamanho médio, com fraco grau de desenvolvimento. Em profundidade, com freqüência, o horizonte C transiciona-se para um horizonte saprolítico Cr de espessura também variável, porém não ultrapassa 50 cm, com a rocha mãe aflorando a profundidades não superiores a 130 cm a partir da superfície. Menos comuns são os solos com seqüência de horizontes A-Cr-R, com a rocha mãe ocorrendo abaixo de 50 cm a partir da superfície. Em geral, os horizontes saprolíticos Cr são descritos no campo como aquele que apresenta estrutura da rocha mãe, sem identificar e descrever os atributos morfológicos.

A descrição morfológica completa, os resultados analíticos (Tabela 18) e mineralógicos (Figura 8) do perfil representativo dos Regossolos da unidade R2 são descritos a seguir.

PERFIL 1.591 (*Bertolani et al., 2000*)

Classificação segundo Camargo et al. (1987) e Oliveira et al. (1992): REGOSSOLO EUTRÓFICO A chernozêmico textura arenosa.

Classificação segundo Embrapa (1999): NEOSSOLO REGOLÍTICO Psamítico léptico, A chernozêmico.

Localização: Folha Topográfica de Alvinlândia. Coordenadas UTM: 625,200 km E e 7.537,500 km N.

Situação e declividade: barranco descrito no terço superior da vertente com 35% de declividade.

Altitude: 518 metros.

Litologia: arenito do Grupo Bauru, Formação Marília.

Relevo: Local – ondulado; regional – forte ondulado .

Erosão: laminar e em sulcos.

Vegetação original: floresta latifoliada tropical.

Uso atual: pastagem.

Drenagem: moderadamente drenado.

Descrito e coletado por Fernando Cesar Bertolani e João Roberto Ferreira Menk.

Descrição morfológica

A1 0-15 cm: bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2, úmido); franco-arenosa; fraca pequena granular; friável, não plástica e não pegajosa; transição plana e gradual.

A2 15-30 cm: bruno-escuro (7YR 3/3, úmido); franco-arenosa; fraca média blocos subangulares, desfazendo-se em fraca pequena e muito pequena granular; friável, não plástica e não pegajosa; transição plana e clara.

C 30-40 cm: bruno-avermelhado claro (5YR 6/4, úmido); areia-franca; fraca média blocos subangulares se desfazendo em grãos simples; friável, não plástica e não pegajosa; transição plana e abrupta.

Cr 40-70 cm: coloração variegada composta de bruno-amarelado (5YR 5/6, úmido) e bruno-avermelhado-claro (5YR 6/4, úmido); franco-argiloarenosa; estrutura original da rocha; transição ondulada e gradual.

R 70 cm +

Observação: Raízes finas e abundantes nos horizontes A1 e A2, finas e comuns no horizonte C e poucas no Cr.

Mineralogia da fração argila

a) Mineralogia da fração argila desferrificada

A figura 8 apresenta os difratogramas de raios X da fração argila desferrificada referentes ao horizonte A1 do perfil 1.591. Esmeclita (S) é o mineral predominante, definido pelo espaçamento interplanar de 1,5 nm no tratamento com magnésio que se expande para 1,9 nm quando a amostra é solvatada com etileno glicol. A saturação com potássio promove o colapso do mineral para 1,2 nm e para 1,0 nm quando é aquecido a 550 °C. Os reflexos de 0,5 e 0,33 nm correspondem à mica (Mi), os quais são intensificados no tratamento com potássio aquecido a 550 °C. O espaçamento interplanar de 1,0 nm neste tratamento define os minerais esmeclita e mica. Caulinita (C) aparece nos reflexos definidos a 0,36 e 0,72 nm. Finalmente, o mineral anatásio (An) complementa a mineralogia da fração argila desferrificada do perfil. O reflexo no espaçamento interplanar de 0,35 nm, quando a amostra saturada com potássio é aquecida a 550 °C, identifica esse mineral.

b) mineralogia da fração areia

A tabela 19 apresenta a constituição mineralógica da fração areia fina dos horizontes A1 e C referentes ao perfil 1.591. Os teores de 91,9 e 91%,

respectivamente para aqueles horizontes, identificam a predominância de quartzo na fração areia fina desse solo. Em proporções bem inferiores seguem-se as micas e os feldspatos. A presença de minerais primários facilmente intemperizáveis em proporções superiores a 4% (6% quando mica está presente na amostra) e referidos à fração terra fina seca ao ar, é considerado como critério diagnóstico para a identificação dos Regossolos. Assim, a tabela 20 mostra as porcentagens desses minerais nas frações areia e terra fina. Observa-se, para o horizonte superficial, que 5,9% do total correspondem aos minerais facilmente alteráveis quando considerados na terra fina seca ao ar. Esse valor aumenta ainda mais em profundidade (7,0%), corroborando, assim, a identidade do perfil na classe dos Regossolos.

Tabela 18. Resultados analíticos do REGOSSOLO EUTRÓFICO A chernozêmico textura arenosa - perfil 1.591

Atributos	Espessura (cm)				
	0-15	15-30	30-40	40-70	70 +
Horizontes	A1	A2	C	Cr	R
Argila ⁽⁴⁾	10	13	6	32	19
Silte ⁽⁴⁾	14	14	7	14	13
Areia fina ⁽⁴⁾	48	44	37	32	43
Areia grossa ⁽⁴⁾	28	29	50	22	25
Silte/argila	1,6	1,1	1,2	0,4	0,7
pH H ₂ O	5,8	6,0	6,0	6,2	6,1
pH KCl	4,8	5,2	5,0	5,0	4,7
ΔpH	-1,0	-0,8	-1,0	-1,2	-1,4
Ca ⁽²⁾	2,0	2,8	1,2	5,1	3,6
Mg ⁽²⁾	0,5	0,9	0,5	1,6	1,3
K ⁽²⁾	0,07	0,08	0,03	0,18	0,11
Na ⁽²⁾	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
S ⁽²⁾	2,6	3,8	1,7	6,9	5,0
Al ⁽²⁾	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
H ⁽²⁾	1,9	0,9	0,2	0,9	0,3
CTC ⁽²⁾	4,6	4,7	1,9	7,8	5,4
V ⁽⁴⁾	56	81	90	88	93
m ⁽⁴⁾	4	0	0	0	2
C ⁽¹⁾	1,4	0,9	0,5	0,5	0,2

⁽¹⁾ dag/kg de T.F.S.A. ⁽²⁾ cmol_c/kg de T.F.S.A. ⁽³⁾ cmol_c/kg de argila após o desconto da contribuição da matéria orgânica. ⁽⁴⁾ %.

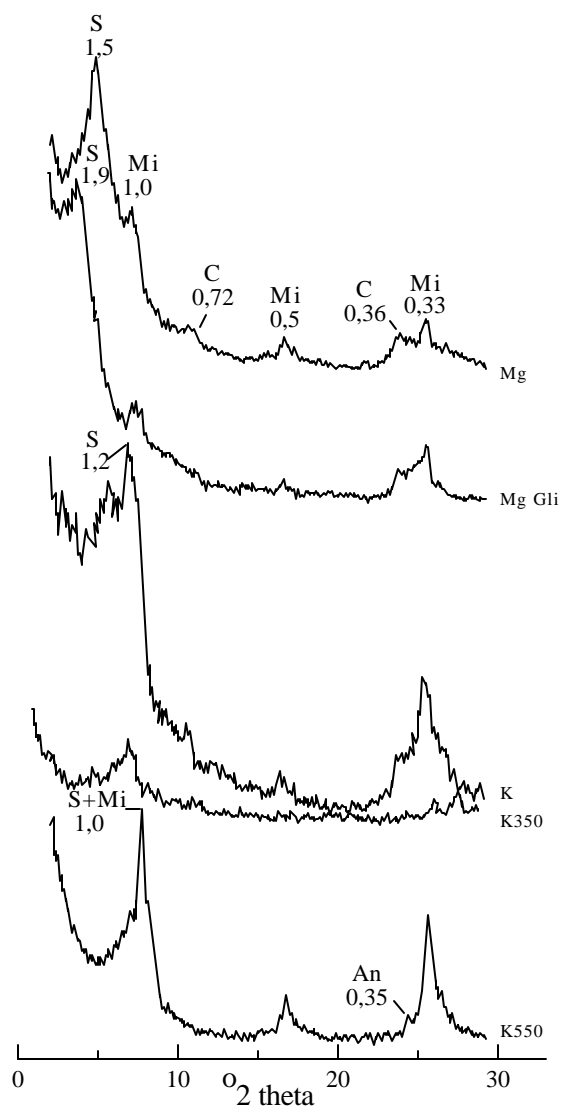


Fig. 8. Difratogramas de raios X da fração argila desferrificada do perfil 1.591 (horizonte A1). A identificação de cada difratograma refere-se à amostra saturada com magnésio (Mg), com magnésio + etileno glicol (Mg Gli), saturada com potássio à temperatura ambiente (K), com potássio e aquecida a 350 °C (K350) e finalmente, com potássio e aquecida a 550 °C (K550). Minerais identificados: C = caulinita; Mi = mica; S = esmectita; An = anatásio. Espaçamento interplanar em nanômetros (nm).

Tabela 19. Mineralogia ótica da fração areia fina (0,125-0,250 mm) referente aos horizontes A1 e C do perfil 1.591.

Classes de minerais	Proporção percentual dos minerais	
	A1 (0-15 cm)	C (30-40 cm)
Quartzo	91,9	91,0
Micas	4,2	6,1
Feldspatos	2,1	1,4
Outros intemperizáveis	1,4	0,6
Outros não intemperizáveis	0,4	0,9
Total	100,0	100,0

Tabela 20. Proporção dos minerais facilmente intemperizáveis na areia fina referidos à terra fina seca ao ar (< 2,0 mm).

Horizonte (profundidade)	Areia total	Intemperizáveis	Intemperizáveis na
		na areia	terra fina
		-----%	
A1 (0-15 cm)	77	7,7	5,9
C (30-40 cm)	87	8,1	7,0

Atributos analíticos

Devido à proximidade e intrincado padrão de distribuição na paisagem entre os Solos Litólicos e Regossolos, que impossibilita separá-los mesmo em levantamentos mais detalhados, esses solos apresentam muita semelhança analítica no que se refere ao horizonte superficial. Sendo assim, apenas os atributos analíticos referentes à camada superficial serão analisados conjuntamente para ambas as classes de solos.

Na tabela 21 são apresentados os valores médio, mínimo e máximo absolutos, desvios-padrão e coeficiente de variação para alguns atributos referentes à camada superficial dos Solos Litólicos e Regossolos da unidade R1. Foram observadas as seguintes variações:

Granulometria – Os valores médios de argila (10 dag/kg) e silte (12 dag/kg) indicam que esses solos apresentam relação silte/argila geralmente superior a uma unidade. A areia fina, com média de 47 dag/kg, é o componente granulométrico mais abundante do solo, seguido da areia grossa (31 dag/kg), com silte e argila em menores proporções.

pH – Os valores médios de pH em H_2O e KCl, respectivamente 5,8 e 4,9, identificam solos ligeiramente ácidos.

Carbono – Os teores de carbono são relativamente baixos, com média de 1,2 g/kg de T.F.S.A., embora sejam os solos bem drenados que mais concentram o elemento à superfície em toda a área mapeada. Entre os Solos Litólicos e Regossolos, aqueles com horizonte A chernozêmico são os que apresentam maior conteúdo de carbono.

Soma de bases – O valor médio de soma de bases (2,9 $cmol_c/kg$ de T.F.S.A.) indica tratar-se de solos com elevado conteúdo de cátions trocáveis. Devido à origem (arenito com cimento calcário) e proximidade da rocha, os teores de Ca^{2+} podem atingir valores significativos nesses solos.

Saturação por bases – O valor médio na camada superficial foi de 64%, com o máximo de 75% e mínimo de 51%, evidenciando o caráter eutrófico dos Solos Litólicos e Regossolos da unidade R1.

Alumínio trocável e saturação por alumínio – Os teores médios de Al^{3+} trocável são baixos ou nulos nesses solos, com média de 0,1 $cmol_c/kg$ de T.F.S.A. Devido ao baixo conteúdo de alumínio e presença dos demais cátions trocáveis em proporções consideráveis para a maioria das amostras, a saturação por alumínio é baixa a nula, com valor médio de 2%.

Tabela 21. Número de amostras (n), valores mínimo, máximo e médio, desvios-padrão (s) e coeficientes de variação (CV) de alguns atributos dos solos referentes à camada superficial do SOLO LITÓLICO ou REGOSSOLO EUTRÓFICO ambos A chernozêmico e SOLO LITÓLICO ou REGOSSOLO ambos EUTRÓFICOS A moderado todos textura arenosa ou média (Unidade R1)

Atributo	n	Mínimo	Máximo	Média	s	CV
						----%----
Areia fina ⁽¹⁾	8	4	19	10	4,2	42,7
Silte ⁽¹⁾	8	6	15	12	3,0	27,6
Areia grossa ⁽¹⁾	8	42	55	47	3,5	7,6
Areia grossa ⁽¹⁾	8	29	35	31	2,2	6,7
pH H ₂ O	8	5,0	6,3	5,8	0,4	7,7
pH KCl	8	4,6	5,1	4,9	0,2	4,2
Carbono ⁽¹⁾	8	0,7	1,8	1,2	0,4	30,0
Ca ²⁺ ⁽²⁾	8	0,7	2,5	1,9	0,7	36,9
Mg ²⁺ ⁽²⁾	8	0,5	0,8	0,7	0,1	17,1
K ⁺ ⁽²⁾	8	0,2	0,5	0,3	0,1	30,9
Al ³⁺ ⁽²⁾	8	0,0	0,3	0,1	0,1	154,9
H ⁺ ⁽²⁾	8	0,2	2,5	1,7	0,7	38,5
Soma de bases ⁽²⁾	8	1,5	3,6	2,9	0,8	27,6
CTC ⁽³⁾	-	-	-	-	-	-
Saturação por alumínio ⁽⁴⁾	8	0	4	2	1,9	157,3
Saturação por bases ⁽⁴⁾	8	51	75	64	8,4	13,3

⁽¹⁾ dag/kg de T.F.S.A. ⁽²⁾ cmol_c/kg de T.F.S.A. ⁽³⁾ cmol_c/kg de argila após o desconto da contribuição da matéria orgânica. ⁽⁴⁾ %.

Distribuição espacial e descrição da paisagem

Os solos e os afloramentos de rocha da unidade R1 distribuem-se por toda a microbacia da Água Três Unidos, geralmente em áreas de morrotes contínuos e estreitos ao longo das escarpas areníticas, de relevo que varia de ondulado a escarpado. Abrangem 113,04 hectares, o que corresponde a 6,96% da área total mapeada. Apenas um delineamento situado ao sudeste da microbacia apresenta-se isolado e fisiograficamente diferenciado em relação às demais áreas ocupadas com os solos e afloramento de rocha da unidade R1. Caracteriza-se por um morro isolado de relevo predominantemente ondulado, em altitudes que variam de 500 a

579 metros, com predominância de Solos Litólicos e ausência de remanescentes de vegetação nativa.

Os remanescentes de mata nativa estão distribuídos em faixas descontínuas ao longo das escarpas, comumente substituídas por pastagens destinadas à criação extensiva de gado de corte.

Variações e inclusões

Os Solos Litólicos são predominantes nessa unidade de mapeamento. Solos Litólicos de textura argilosa foram identificados como variação nessa classe de solos.

Com relação aos Regossolos, identificaram-se solos mais amarelados em relação ao modal da unidade, com colorações bruno-muito-escuro (10YR 2,5/2) e bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2), aumentando a relação valor/croma no horizonte C (10YR 4/4 e 5/3). Alguns Regossolos apresentaram horizontes A e C de textura franco-argiloarenosa, possivelmente originários de material lamítico. Esses solos são pouco expressivos na unidade e foram considerados como inclusões.

Em alguns locais sob domínio dos solos da unidade R1, predominantemente nas áreas de transição para os Podzólicos abruptos da unidade PVabe, foram verificados Podzólicos Vermelho-Amarelos abruptos rasos. Em outros locais, identificaram-se solos com horizonte A chernozêmico, mais espessos (40 cm) e escuros (5YR 3/3 e 3/2; 7,5 YR 3/3) em relação aos demais solos das áreas próximas, assentado sobre horizonte E, que por sua vez está acima de horizonte Bt dotado de argila de atividade alta. Esses são os Brunizéns Avermelhados abruptos que, por ocuparem pequenas extensões na paisagem, foram considerados como inclusões na unidade de mapeamento R1.

Atributos agronômicos

Os Solos Litólicos e os Regossolos da unidade R1 apresentam reduzida profundidade efetiva. Esse fato, associado à textura predominantemente arenosa para os solos mais profundos, limita a sua utilização para a agricultura devido à baixa retenção de umidade e ao baixo volume de terra disponível para a sustentação de determinadas plantas cultivadas nos solos mais rasos. São bem

providos em nutrientes devido à proximidade do material de origem (arenito com cimento calcário) e muito suscetíveis aos processos erosivos quando cultivados, principalmente os Regossolos arenosos dotados de espessos horizontes A + C, os quais se localizam em situações de elevada declividade, favorecendo a remoção das camadas superficiais.

Associação de SOLO LITÓLICO e REGOSSOLO ambos A chernozêmico ou moderado textura arenosa ou média e PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO ABRUPTO Ta ou Tb raso A moderado textura arenosa/média todos EUTRÓFICOS (Unidade R2)

a) 1.º e 2.º componentes: SOLO LITÓLICO e REGOSSOLO ambos EUTRÓFICOS A chernozêmico ou moderado textura arenosa ou média

Esses solos são morfológica e analiticamente semelhantes àqueles descritos para a unidade R1. Assim, o conceito, a classificação, os atributos morfológicos e analíticos já foram considerados para os solos daquela unidade.

b) 3.º componente: PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO ABRUPTO Ta ou Tb raso A moderado textura arenosa/média

Conceito da unidade

São solos minerais não hidromórficos, com seqüência de horizontes A-E-Bt dotados de significativo gradiente textural e distinta individualização entre os horizontes. Além das características gerais já descritas para os Podzólicos (vide unidade PV_{aba}), os solos desta classe apresentam:

- 1) Argila de atividade alta e baixa, predominando os solos Ta que apresentam os maiores conteúdos de cátions trocáveis dentre os Podzólicos presentes na Folha;
- 2) Caráter eutrófico em todo o perfil;
- 3) Horizonte A moderado ou fraco de textura predominantemente areia, com espessura inferior a 30 cm assente sobre horizonte E; este pode ser alvíco ou não e de textura semelhante ao A;

4) Caráter abrupto;

5) Espessura dos horizontes A + E geralmente próxima a 50 cm, reduzindo em espessura nos solos mais rasos; horizonte B geralmente de espessura inferior a 80 cm;

6) Espessura do *solum* inferior a 150 cm de profundidade;

7) Textura média, estrutura e cerosidade moderadamente desenvolvidas no horizonte B;

8) Cores amareladas do horizonte diagnóstico de subsuperfície, características da classe dos Podzólicos Vermelho-Amarelos.

Classificação

Embrapa (1999):

Solos com argila de atividade baixa: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abrupto léptico ou abrupto raso, textura arenosa/média, A moderado.

Solos com argila de atividade alta: LUVISSOLO CRÔMICO Pálido arênico ou abrupto raso ou LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico abrupto raso, ambos textura arenosa/média, A moderado.

Soil Taxonomy (Soil..., 1996): Arenic Hapludalf.

FAO (1994):

Solos com argila de atividade baixa: Haplic ou Albic Luvisol.

Solos com argila de atividade baixa: Haplic ou Albic Lixisol.

Atributos morfológicos

Horizontes A e E

Apresentam espessura que varia de 20 a 80 cm em casos extremos,

predominando os solos com horizontes A + E em torno de 40 e 50 cm de profundidade. O horizonte E pode ser alvíco ou não, freqüentemente apresentando coloração bruno-avermelhado (5YR 5/4), bruno-amarelado (5YR 5/6) e bruno (7,5YR 5/4). O horizonte A, geralmente, é de espessura inferior a 30 cm e com cores mais cromadas em relação ao horizonte E subjacente devido ao maior conteúdo de matéria orgânica na superfície. Assim, suas cores mais comuns são bruno-avermelhado (5YR 4/4) e bruno (7,5YR 4/4, 4/3 e 4/2).

A estrutura é, em geral, do tipo granular, de tamanho pequeno e com fraco grau de desenvolvimento no horizonte A, enquanto no horizonte E é, comumente, descrita como grãos simples. A consistência da amostra seca é solta, da amostra úmida, muito friável, e não plástica e não pegajosa para a amostra molhada.

Horizonte B

O horizonte E transiciona-se abruptamente com o horizonte Bt, que geralmente se subdivide em Bt1 e Bt2. A textura mais comum é a franco-argiloarenosa ao longo de todo horizonte B.

A cor predominante é a vermelho-amarelado (5YR 4/6), com colorações mais cromadas no horizonte Bt2 (5YR 4/8) que apresenta, em geral, o maior desenvolvimento de estrutura: tipo blocos subangulares, de tamanhos predominantemente médio e grande, de grau moderado. A consistência da amostra seca é dura, da úmida, firme, e da molhada, plástica e pegajosa. Foram observados sinais de hidromorfismo no topo do Bt1, evidenciado pela presença de mosqueados associados a tons acinzentados, semelhante ao descrito para os Podzólicos abruptos das unidades PV_{aba} e PV_{abe}.

Atributos analíticos

Devido à pequena extensão territorial ocupada com os Podzólicos abruptos na microbacia, apenas três pontos foram observados e coletados, os quais são mostrados no quadro 22 e descritos a seguir.

Granulometria – Os Podzólicos abruptos rasos dessa unidade apresentam apreciável diferença textural entre os horizontes A ou E e o topo do horizonte B. Enquanto no horizonte A a textura é areia, com o máximo teor de argila de 10 dag/kg de T.F.S.A, no horizonte B varia de franco-arenosa a franco-argiloarenosa, com

teores de argila entre 18 e 25% dag/kg. Esses solos apresentam, portanto, nitidamente o caráter abrupto, uma vez que essas variações podem ser observadas em intervalo não superior a 8 cm. A areia fina, com valores médios de 51 e 48 dag/kg, respectivamente para as camadas superficial e subsuperficial, é a fração mais abundante.

pH – Os valores de pH verificados para as camadas superficial e subsuperficial identificam solos ligeiramente ácidos.

Carbono – O teor de carbono é baixo, mesmo em superfície com o máximo valor de 1,3 dag/kg e o mínimo de 0,5, decrescendo para apenas 0,2 dag/kg em média no horizonte subsuperficial.

Soma de bases – Os valores médios de soma de bases, tanto na camada superficial como na subsuperficial, 2,3 e 4,9 cmol_c/kg de T.F.S.A. respectivamente, indicam tratar-se de solos com consideráveis conteúdos de cátions trocáveis. Elevados teores de Ca²⁺ (máximo de 3,6 cmol_c/kg) são freqüentemente encontrados no horizonte B, devido à proximidade da rocha de origem rica em carbonato de cálcio.

Capacidade de troca de cátions – Os valores mínimo e máximo da capacidade de troca de cátions da fração argila após o desconto da contribuição da matéria orgânica foram de 20,4 e 31,6 respectivamente, evidenciando a existência tanto de solos de argila de atividade alta como baixa. Esses valores são muito superiores àqueles verificados para os Podzólicos abruptos eutróficos da unidade PVabe.

Saturação por bases – Na camada subsuperficial, o valor mínimo foi de 75%, evidenciando o caráter eutrófico desta classe de solos. Os Podzólicos abruptos rasos são predominantemente epieutróficos como se pode verificar pelo menor valor de saturação por bases, 52%, obtido para a camada superficial.

Alumínio trocável e saturação por alumínio – Os teores médios de Al³⁺ trocável são muito baixos nessa classe de solos, com o maior valor de 0,2 cmol_c/kg de T.F.S.A para a camada superficial e subsuperficial. Devido ao baixo conteúdo de alumínio e à presença dos demais cátions trocáveis em proporções consideráveis para a maioria das amostras, a saturação por alumínio é muito baixa a nula, com valores médios de 5 e 3, respectivamente, na camada superficial e subsuperficial.

Distribuição espacial e descrição da paisagem dos solos da unidade R2

Os Solos Litólicos, Regossolos e Podzólicos abruptos rasos da unidade R2 distribuem-se por 69,91 hectares, o que corresponde a apenas 4,29% de toda a área mapeada. Situam-se em pequenos delineamentos descontínuos ao longo das escarpas, entre os Podzólicos abruptos eutróficos os Solos Litólicos e afloramento de rocha da unidade R1, em relevo predominantemente ondulado

Devido à acentuada declividade e à pequena profundidade efetiva, essas áreas são predominantemente ocupadas com pastagens destinadas à criação extensiva de gado de corte. Alguns remanescentes de mata nativa estão distribuídos em faixas descontínuas ao longo das escarpas.

Variações e inclusões

Tal como descrito para os solos da unidade R1, foram observados Solos Litólicos de textura argilosa como variação. Com relação aos Regossolos, identificaram-se aqueles com horizontes A e C de textura franco-argiloarenosa, possivelmente originários de material lamítico; são pouco expressivos na unidade e foram considerados como inclusões.

Como variação na classe dos Podzólicos abruptos rasos, foram encontrados aqueles epidistróficos.

Associado aos Podzólicos Vermelho-Amarelos abruptos, normalmente em ambiente mais úmido, localizados próximo às escarpas, foram identificados solos com horizonte A chernozêmico, geralmente mais espessos (40 cm) e escuros (5YR 3/3 e 3/2; 7,5 YR 3/3) em relação aos demais solos das áreas próximas, assentado sobre horizonte E, que por sua vez estão acima de horizonte Bt dotado de argila de atividade alta. São os Brunizéns Avermelhados abruptos característicos desta posição da paisagem. Esses solos distribuem-se em pequenas áreas isoladas ao longo das escarpas e, muitas vezes, não ultrapassam 100 m² de extensão.

Atributos agronômicos

Como os solos das unidades R1 e R2 encontram-se muito próximos na paisagem, em superfícies geomórficas semelhantes, predominantemente em áreas estreitas e

contínuas, as considerações enunciadas para aqueles da unidade R1 são pertinentes aqui. Os Solos Litólicos, Regossolos e Podzólicos abruptos rasos possuem elevado potencial nutricional devido à proximidade ao material de origem rico em calcário, embora apresentem problemas de outra natureza para sua utilização com atividades agrícolas. A reduzida profundidade efetiva, a constituição predominantemente arenosa dos horizontes superficiais e a elevada declividade em que se encontram favorecem o desenvolvimento dos processos erosivos.

Tabela 22. Atributos analíticos referentes às camadas superficiais e subsuperficiais para três pontos de coleta dos Podzólicos Vermelho-Amarelos abruptos rasos da unidade R2.

Prof	Ar	Sil	AF	AG	pHH	pHK	C	Ca	Mg	K	Al	H	SB	T	T-C	m	V
cm	dag/kg				dag/kg			cmol _c /kg de T.F.S.A.						%			
0-10	10	9	40	41	5,5	4,2	1,3	1,1	0,5	0,2	0,2	1,5	1,9	3,6	-	10	52
50-65	19	11	41	29	6,2	4,6	0,2	3,1	1,6	0,3	0,1	1,2	5,0	6,3	31,6	2	79
0-20	5	11	54	30	5,7	4,5	0,5	1,1	0,7	0,9	0,0	1,3	2,7	4,0	-	0	68
100-120	25	10	43	22	5,6	4,1	0,4	3,6	1,5	0,1	0,1	1,5	5,3	6,9	20,4	2	77
0-15	6	5	60	29	6,5	4,7	0,7	1,1	0,6	0,7	0,1	1,5	2,4	4,0	-	4	60
80-100	18	4	60	18	5,8	4,4	0,2	3,1	1,0	0,2	0,2	1,2	4,3	5,7	26,7	4	75

Prof: profundidade de coleta; Ar: argila; Sil: silte; AF: areia fina; AG: areia grossa; pHH: pH determinado em H₂O; pHK: pH determinado em KCl; C: carbono; Ca: cálcio trocável; Mg: magnésio trocável; K: potássio trocável; Al: alumínio trocável; H: hidrogênio; SB: soma de bases; T: capacidade de troca de cátions determinada a pH 7; T-C: capacidade de troca de cátions da fração argila após o desconto da contribuição da matéria orgânica (cmol_c/kg de argila); m: saturação por alumínio; V: saturação por bases. Os pares referentes às profundidades de coleta que não estão separados por linha pontilhada correspondem ao mesmo ponto amostrado.

A descrição morfológica e os dados analíticos (Tabela 23) referentes ao perfil representativo dos Podzólicos Vermelho-Amarelos abruptos da unidade R2 são apresentados a seguir.

PERFIL 1.601 (Bertolani et al., 2000)

Classificação segundo Camargo et al. (1987) e Oliveira et al. (1992): PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO ABRUPTO EUTRÓFICO Ta raso A moderado textura arenosa/média.

Classificação segundo Embrapa (1999): LUVISSOLO CRÔMICO Pálico abrupto, textura arenosa/média, A moderado, raso.

Localização: Folha Topográfica de Garça. Coordenadas UTM: 647,700 km E e 7.554,960 km N.

Situação: trincheira descrita no terço superior da vertente com declividade de 15%.

Altitude: 580 metros.

Litologia: arenito do Grupo Bauru, Formação Marília.

Relevo: local e regional: ondulado.

Erosão: laminar e em sulcos.

Vegetação original: floresta latifoliada tropical.

Uso atual: pastagem.

Descrito e coletado por Maurício Rizzato Coelho e Marcio Rossi.

Descrição morfológica

A 0-10 cm: bruno-escuro (7,5YR 3/3, úmido); areia-franca; fraca pequena granular; muito friável, não plástica e não pegajosa; transição ondulada e gradual.

E 10-45 cm: bruno-escuro (7,5YR 4/3, úmido); areia-franca; fraca média e grande blocos subangulares, desfazendo-se em grãos simples; muito friável, não plástica e não pegajosa; transição ondulada e abrupta.

Bt1 45-52 cm: vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmido); franco-argiloarenosa; moderada média e grande blocos subangulares; firme, cerosidade comum e moderada; plástica e pegajosa; transição ondulada e clara.

Bt2 52-85 cm: vermelho-amarelado (5YR 4/8, úmido); franco-arenosa; moderada média blocos subangulares; cerosidade comum e moderada; firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição ondulada e gradual.

Cr 85-100 cm +: coloração variegada composta de vermelho-amarelado (4YR 4/8, úmido) e bruno-vermelhado-claro (5YR 6/4, úmido); franco-arenosa; estrutura original da rocha.

Observação: Raízes abundantes no horizonte A, comuns no horizonte E, poucas no Bt1 e Bt2, e raras no Cr. Interpenetração do horizonte Bt no Cr na forma de “glossas”. Atividade biológica intensa em todo o perfil responsável pela elevada macroporosidade. Segregação de ferro na forma de nódulos milimétricos e irregulares nos horizontes Bt2 e Cr.

Mineralogia da fração argila

A figura 9 apresenta os difratogramas de raios X da fração argila desferificada referentes ao horizonte A1 do perfil 1.601. Semelhante ao descrito para o Solo Litólico do perfil 1.602, mica (Mi), caulinita (C) e esmectita com Al-hidróxi nas entrecamadas (SHE) são os minerais silicatados presentes. O primeiro é identificado pelos reflexos a 1,0; 0,5 e 0,33 nm, os quais são intensificados quando a amostra saturada com potássio é aquecida a 550 °C. Caulinita apresenta apenas pequenos reflexos de segunda ordem definidos a 0,36 nm, sugerindo pequenos conteúdos do mineral, concordante com o baixo grau de intemperismo desse solo. Esmectita com Al-hidróxi nas entrecamadas é definida no espaçamento interplanar de 1,6 nm quando a amostra é saturada com magnésio, deslocando-se para 1,8 nm por ocasião da solvatação da mesma com etileno glicol. Este mineral também apresenta os reflexos deslocados para 1,4, 1,2 e 1,1 nm, respectivamente, nas amostras saturadas com potássio à temperatura ambiente, com potássio aquecidas a 350 °C e 550 °C.

Tabela 23. Resultados analíticos do PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO ABRUPTO EUTRÓFICO Ta raso A moderado textura arenosa/média (R2 - 3º componente) - perfil 1.601.

Atributos	Espessura (cm)				
	0-10	10-45	45-52	52-85	85-100 +
Horizontes	A	E	Bt1	Bt2	Cr
Argila ⁽¹⁾	10	6	23	18	12
Silte ⁽¹⁾	11	11	14	12	12
Areia fina ⁽¹⁾	60	63	43	47	45
Areia grossa ⁽¹⁾	19	20	20	23	31
Silte/argila	1,1	1,8	0,6	0,7	1,0
pH H ₂ O	6,1	6,0	6,2	6,4	6,5
pH KCl	4,7	4,9	4,9	5,0	5,1
Δ pH	-1,4	-1,1	-1,3	-1,4	-1,4
Ca ⁽²⁾	2,0	1,4	6,9	4,1	3,4
Mg ⁽²⁾	0,6	0,3	1,1	0,8	1,0
K ⁽²⁾	0,08	0,04	0,16	0,12	0,10
Na ⁽²⁾	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02
S ⁽²⁾	2,7	1,8	8,2	5,0	4,5
Al ⁽²⁾	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0
H ⁽²⁾	2,0	0,9	1,5	0,9	0,5
CTC ⁽²⁾	4,8	2,7	9,8	6,0	5,0
CTC ⁽³⁾	-	-	36,7	28,3	-
V ⁽⁴⁾	56	66	84	83	90
m ⁽⁴⁾	4	0	1	2	0
C ⁽¹⁾	0,9	0,3	0,3	0,2	0,2

⁽¹⁾ dag/kg de T.F.S.A. ⁽²⁾ cmol_c/kg de T.F.S.A. ⁽³⁾ cmol_c/kg de argila após o desconto da contribuição da matéria orgânica. ⁽⁴⁾ %.

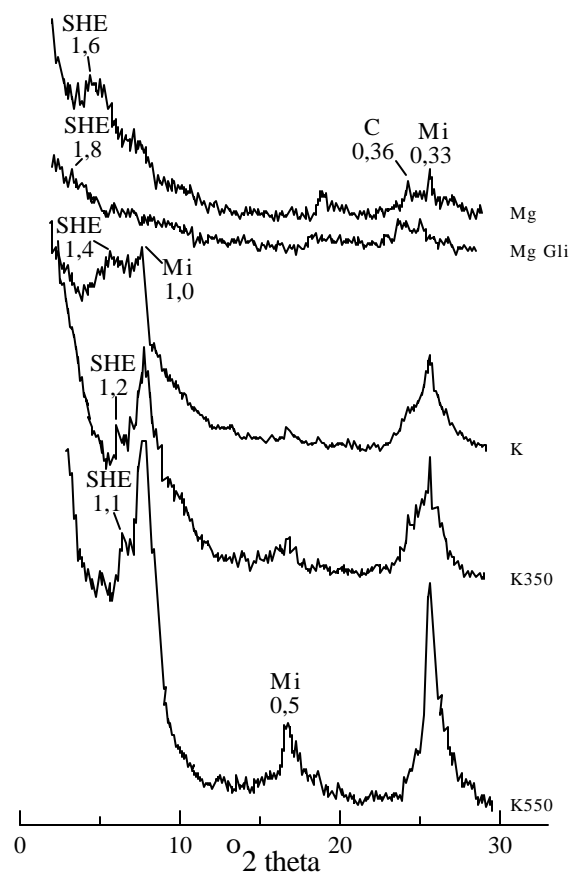


Fig. 9. Difractogramas de raios X da fração argila desferrificada do perfil 1.601 (horizonte A1). A identificação de cada difratograma refere-se à amostra saturada com magnésio (Mg), com magnésio + etileno glicol (Mg Gli), saturada com potássio à temperatura ambiente (K), com potássio e aquecida a 350 °C (K350) e finalmente, com potássio e aquecida a 550 °C (K550). Minerais identificados: C = caulinita; Mi = mica; SHE = esmectita com Al-hidróxi nas entrecamadas. Espaçamento interplanar em nanômetros (nm).

Conclusões

Os Podzólicos Vermelho-Amarelos abruptos (Unidades *PVaba* e *PVabe*) são os solos predominantes na microbacia da Água Três Unidos, correspondendo a aproximadamente 60% de toda a área mapeada. Porcentagens similares da distribuição desses solos em relação a outras classes foram constatadas por Bertolani et al. (2000) no levantamento pedológico semidetalhado da Folha de Marília, o qual abrange cerca de 280.000 hectares e toda a área da microbacia. Essa tendência possivelmente prevalece nas paisagens sob domínio dos arenitos cretácicos do Grupo Bauru, que constitui o material geológico de maior extensão no Estado de São Paulo, predominantemente nas Formações Marília e Adamantina. Esses solos, de ampla distribuição no Estado e de ocorrência em relevos ondulado e forte ondulado, são extremamente suscetíveis aos processos erosivos lineares (ravinas e voçorocas), tornando o manejo dessas áreas um grande desafio aos técnicos, agricultores e planejadores urbanos. Assim, o processo de degradação dos solos e do ambiente é comum nessas paisagens submetidas à ocupação rural e urbana. Corrêa (1994) argumenta que não é exagero concluir que apenas uma geração usufruiu, na plenitude, dos recursos naturais da região de Marília, e acrescenta: “nossos avós viram o começo, o meio e o fim desses solos férteis, mas muito suscetíveis aos processos erosivos”. Certamente, torna-se premente não apenas a utilização de práticas conservacionistas isoladas nessas áreas sob domínio dos Podzólicos abruptos, mas, também, ações mais amplas e direcionadas ao manejo integrado dos solos em microbacias hidrográficas, visando ao desenvolvimento sustentável da região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTOLANI, F. C. **Caracterização física dos solos de uma microbacia degradada em Vera Cruz (SP)**. Campinas, 1998. 86p. Tese (Mestrado em Ciências Agrárias) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, SP.

BERTOLANI, F. C.; COELHO, M. R.; ROSSI, M.; MENK, J. R. F.; PRADO, H. **Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo: folha de Marília**. Memorial descritivo. Campinas: Instituto Agrônomo, 2000. 142p. (Série Pesquisa APTA, Boletim Científico, 01).

BROWN, G. (ed.). **The X-ray identification and crystal structures of clay minerals**. London: Jarrold and Sons, 1961. 544p.

BURINGH, P. The application of aerial photography in soils surveys. In: AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY. **Manual of photography and interpretation**. Washington, D.C., 1960. p.633-636.

CADY, J. G.; WINDING, L. P.; DREES, L. R. Petrographic microscope techniques. In: KLUTE, A. (ed.). **Methods of soil analysis**. Madison: American Society of Agronomy/Soil Science Society of America, 1986. p.185-218. (Agronomy, 9)

CAMARGO, M. N.; KLANT, E.; KAUFMAM, J. H. Classificação de solos usada em levantamentos pedológicos no Brasil. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.12, n.1, p.11-33, 1987.

CAMARGO, O. A. de; MONIZ, A. C.; JORGE, J. A.; VALADARES, J. M. A. S. **Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1986. 94p. (Boletim técnico, 106)

CASTRO, S. S. **Sistemas de transformação pedológica em Marília, SP: B latossólicos e B texturais**. São Paulo, 1989. 274p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, SP.

CENTRO NACIONAL DE ENSINO E PESQUISAS AGRONÔMICAS. Comissão de Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo; contribuição à carta dos solos do Brasil**. Rio de Janeiro: Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas, 1960. 634p. (SNPA, Boletim, 12)

COELHO, M. R.; BERTOLANI, F. C.; ROSSI, M.; NASCIMENTO, P. C.; MENK, J. R. F.; PRADO, H; AMORIM, D. A. **Carta pedológica semidetalhada do Estado de São Paulo** : folha de Marília (carta 1:100 000). Campinas, SAA/APTA/IAC, 2000.

COELHO, R. M. **Pedogenic process interactions within an oxisol-ultisol toposequence in Brazil**. Raleigh, NC, 1998. 168p. (Ph.D. dissertation) - North Carolina State University.

CORRÊA, R. O. Experiência em microbacias no Arenito Bauru. In: PEREIRA, V de P.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P da (eds.). **Solos altamente suscetíveis à erosão**. Jaboticabal : FCAV - UNESP/SBCS, 1994. p. 151-158.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília : Embrapa Produção de Informação, 1999. 412 p.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento**: normas em uso pelo SNLCS. Rio de Janeiro, 1988. 67p. (EMBRAPA/SNLCS, Documentos, 11)

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Normas e critérios para levantamentos pedológicos**. Rio de Janeiro : EMBRAPA/SNLCS, 1989. 94p.

FAO. **Soil map of the world**. Wageningen: FAO/UNESCO/ISRIC, 1994. 140p.

FASOLO, P. J. Importância e uso dos levantamentos de solos e suas relações com o planejamento do uso da terra. In: CASTRO FILHO, C. de; MUZZILI, O (eds.). **Manejo integrado de solos em microbacias hidrográficas**. Londrina: IAPAR, 1996. p. 61-76.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Mapa geológico do Estado de São Paulo**. São Paulo, 1981. v.1, 126p. (Escala 1:500.000).

JACKSON, M. L. **Soil chemical analysis: advanced course**. 2.ed. Madison: Soil Science Society of America, 1969. 895p. (mimeografado)

JACKSON, M. L.; LIM, C. H.; ZELAZNY, L. W. Oxides, hydroxides, and aluminosilicates. In : Klute, A. (ed.). **Methods of soil analysis: I. physical and mineralogical methods**. Madison: Soil Science Society of America, 1986. p.101-150. (Agronomy series, 1).

KRONKA, F. J. N.; MATSUKUNA, C. K.; NALON, M. A.; DEL CALI, J. H.; ROSSI, M.; MATTOS, S. F. A.; SHIN-IKE, M. S.; PONTINHAS, A. A. S. **Inventário florestal do Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto Florestal/Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 1993. 197p.

LEMOES, R. C. de; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3.ed. Campinas : SBCS; Rio de Janeiro: Embrapa.CNPS, 1996. 83p.

LOMBARDI NETO, F. BELLINAZZI JÚNIOR, R; LEPSH, I. F.; OLIVEIRA, J. B.; BERTOLINI, D.; GALETI, P. A.; DRUGOWICH, M. I. **Terraceamento agrícola**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1991, 38p. (Boletim Técnico, 206)

LUEDER, D. R. **Aerial photographic interpretation principles and applications**. New York: McGraw-Hill, 1959. 462p.

MANFREDINI, S.; QUEIROZ NETO, J. P. Comportamento hídrico de sistema de transformação lateral B latossólico/B textural em Marília (SP). In : CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., 1993, Goiânia. **Resumos...** Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. vol. I, p.91-92.

MANFREDINI, S.; PADOVESI, P.; OLIVEIRA, J. B. de. Efeito da composição granulométrica da fração areia no comportamento hídrico de latossolos de textura média e areias quartzosas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.8, p.13-16, jan./abr. 1984.

MENK, J. R. F. Aspectos, estrutura e organização do sistema computadorizado de apoio a levantamento de solos (GERA). **O Agrônomo**, Campinas, v.31, n.1, p.11-26, 1984.

NESSE, W. D. **Introduction to optical mineralogy**. New York: Oxford University, 1991. 335p.

OLIVEIRA, J. B. de; MENK, J. R. F. **Solos da folha de Mogi-Mirim**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1999. 119p. (Boletim Científico, 46)

OLIVEIRA, J. B. de; JACOMINE, P. K. T.; CAMARGO, M. N. **Classes gerais de solos do Brasil**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 201p.

QUEIROZ NETO, J. P.; JOURNAUX, A. (coords.) **Carta geomorfológica do Vale do Rio do Peixe em Marília (SP)**. São Paulo: USP/Instituto de Geografia, 1978. (Escala 1:100.000).

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. S. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo** 2.ed. São Paulo: USP-FFLCH/IPT-LCGGA/FAPESP, 1997 v.1: 64p., mapas

ROSSI, M.; MENK, J. R. F.; BERTOLANI, F. C.; COELHO, M. R. **Levantamento pedológico semidetalhado do Município de Vera Cruz (SP)**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2000. 56p. (Série Pesquisa APTA, Boletim Científico, 03).

SALOMÃO, F. X. T. Solos do Arenito Bauru. In: PEREIRA, V de P.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P da (eds.). **Solos altamente suscetíveis à erosão**. Jaboticabal: FCAV – UNESP; Campinas: SBCS, 1994. p. 51-68.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service Soil Survey Staff. **Keys to soil taxonomy**. 7.ed. Washington, 1996. 644p.

SPURR, S. H. **Photogrammetry and photointerpretation**. 2.ed. New York: Ronald Press, 1960. 472p.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The Water balance**. Centerton: Drexel Institute of Technology, 1955. 104p. (Publications in climatology, v.8, n.1).

VIDAL-TORRADO, P; LEPSCH, I. F.; CASTRO, S. S.; COOPER, M. Pedogênese em uma seqüência Latossolo-Podzólico na borda de um platô na depressão periférica paulista. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.23, n.4, p.909-921, out./dez. 1999.

ANEXO

7544,0 km



Solos

MAPA DE SOLOS DA MICROBACIA DA ÁGUA TRÊS UNIDOS - MUNICÍPIO DE VERA CRUZ (SP)



Autores
Maurício Rizzato Coelho
Marcio Rossi
João Roberto Ferreira Menk
Fernando Cesar Bertolani

7542,0 km

7540,0 km

617,0 km

7538,2 km

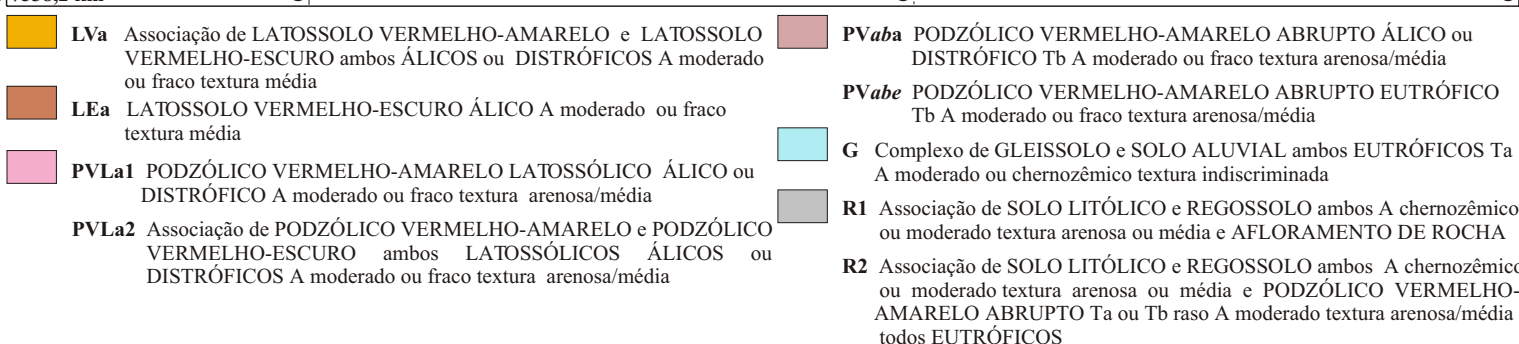
Escala: 1:25.000



618,0 km

620,0 km

622,0 km



Vera Cruz

Projeção Universal Transversa de Mercator